경제 · 인문사회연구회 협동연구총서 16-34-03
정보통신정책연구원 기본연구 16-16-03

조사환경 변화에 대응한 ICT 통계 생산체계 혁신 방안 연구(I)

ICT 신산업 규모 추정 연구

주재욱/김욱준/황선웅

2016. 12

Korea Information Society Development Institute

KISDI 정보통신정책연구원
KOREA INFORMATION SOCIETY DEVELOPMENT INSTITUTE

경제 · 인문사회연구회 협동연구총서 16-34-03
정보통신정책연구원 기본연구 16-16-03

조사환경 변화에 대응한 ICT 통계 생산체계 혁신 방안 연구(I)

ICT 신산업 규모 추정 연구

주재욱/김욱준/황선웅

2016. 12

KISDI 정보통신정책연구원
KOREA INFORMATION SOCIETY DEVELOPMENT INSTITUTE

경제・인문사회연구회 협동연구총서
“ICT 신산업 규모 추정 연구”

1. 협동연구총서 시리즈

협동연구총서 일련번호	연구보고서명	연구기관
16-34-01	총괄보고서: 조사환경 변화에 대응한 ICT 통계 생산체계 혁신 방안 연구(I)	정보통신정책연구원
16-34-02	통계 생산체계 혁신을 위한 통계조사 동향 분석 및 이론 연구	정보통신정책연구원
16-34-03	ICT 신산업 규모 추정 연구	정보통신정책연구원
16-34-04	국가통계 생산체계 혁신을 위한 전략수립과 법제도 개선 연구	정보통신정책연구원

2. 참여연구진

연구기관		연구책임자	참여연구진
주관 연구기관	정보통신정책연구원	주재욱 연구위원 (총괄책임자)	김욱준 전문연구원 황선웅 교수(부경대)

서 언

이미 몇해 전부터 클라우드와 빅데이터를 중심으로 변화의 조짐을 보이던 세계 ICT 시장은 최근 들어 사물인터넷과 인공지능에 대한 관심이 고조되면서 새로운 양상으로 진화하기 시작했습니다. 대용량의 데이터를 바탕으로 한 기계학습의 알고리즘이 눈부신 속도로 발전하면서 오늘날 우리는 바둑으로 세계 최고 수준의 프로 기사를 이기고, 사람이 직접 쓴 것과 구별하기 힘든 번역물을 접하는 등 ICT 신기술이 만들어내는 놀라운 장면들을 직접 목격하고 있으며, 오랫동안 인간만의 영역이었던 서비스업과 지식생태계에서조차도 비약적인 생산력의 향상과 더불어 기계에 의한 노동대체 이슈를 만들어 내고 있습니다. 이제 우리는 기계가 대체할 우리의 일자리를 걱정하고, 인격을 갖춘 인공지능이 등장하는 상황에서 노동의 가치를 어디서 찾을 것이며, 전자인간을 어떻게 대해야 할 것인가에 대한 질문에 맞닥뜨리게 되었습니다. ICT 정책 당국은 과거보다 훨씬 포괄적인 범위에서 정책의 파급효과를 전망하고 기술이 사회에 미칠 영향을 고찰해야 하는 막중한 임무가 주어졌습니다.

조사환경 변화에 대응한 ICT 통계 생산체계 혁신 방안 연구(I)의 세부과제로 진행된 ICT 신산업 규모 추정 연구는 경제·사회적 파급효과가 높은 ICT 신산업의 향후 발전 경로를 전망하기 위한 매우 중요한 연구입니다. 본 연구를 수행해주신 ICT 통계정보연구실의 주재욱 연구위원, 김욱준 전문연구원, 자문연구를 수행해주신 부경대학교 황선웅 교수님께 깊은 감사를 드리며, 앞으로도 ICT 신산업과 관련된 생산적인 논의가 계속되었으면 하는 바램입니다.

2016년 12월

정보통신정책연구원

원 장 김 도 환

목 차

서 언 ····· 1

요약문 ····· 9

제 1 장 서 론 ····· 13
제 1 절 개 요 ····· 13
1. 연구 배경 및 필요성 ····· 13
2. 연구 목적 및 구성 ····· 18
제 2 절 ICT 신산업의 범위 및 특징 ····· 19
1. 개요 ····· 19
2. ICT 산업의 범위 ····· 19
3. ICT 신산업의 범위 ····· 21

제 2 장 ICT 신산업 현황 ····· 23
제 1 절 클라우드 ····· 23
1. 개요 ····· 23
2. 글로벌 클라우드 컴퓨팅 시장현황 및 조사방법론 ····· 23
3. 국내 클라우드 컴퓨팅 시장 ····· 25
제 2 절 사물인터넷 ····· 26
1. 사물인터넷의 개념 및 성장요인 ····· 26
2. 글로벌 사물인터넷 시장 현황 및 조사방법론 ····· 26
3. 국내 사물인터넷 시장 현황 ····· 28
제 3 절 빅데이터 ····· 29
1. 글로벌 빅데이터 시장 현황 및 조사방법론 ····· 29

2. 국내 빅데이터 시장 현황 ····· 30
제 4 절 소 결 ····· 32

제 3 장 신산업 규모 추정 방법론 ····· 35
제 1 절 개 요 ····· 35
제 2 절 전문가 판단 기반 예측 ····· 36
1. 델파이 기법 ····· 37
2. 구조적 유추법 ····· 39
3. 판단적 붓스트래핑 ····· 39
제 3 절 시계열 모형 ····· 41
1. 지수평활법 ····· 41
2. 시계열 회귀 모형 ····· 45
제 4 절 확산 모형 ····· 48
1. 표준적 확산 모형 ····· 49
2. 기본 모형의 확장 ····· 51
3. 확산 모형의 추정 방법 ····· 53
제 5 절 소 결 ····· 55

제 4 장 우리나라 ICT 신산업 성장 전망 ····· 56
제 1 절 개 요 ····· 56
제 2 절 분석 방법론 ····· 57
1. Bass 모형 ····· 57
2. Bass 모형의 추정 ····· 58
제 3 절 자 료 ····· 62
1. ICT 신산업 자료 ····· 62
2. 기존 산업들의 혁신계수와 모방계수 ····· 62
3. 특허 자료 ····· 65

제 4 절 실증 결과 ····· 66
1. 기존 산업들의 혁신계수와 모방계수 ····· 66
2. 기존 산업과 ICT 신산업의 연관성 ····· 68
3. ICT 신산업 시장 규모 전망 결과 ····· 69
제 5 절 소 결 ····· 73

제 5 장 요약 및 결론 ····· 75
제 1 절 연구 요약 ····· 75
제 2 절 정책적 시사점 ····· 77

참고문헌 ····· 82

표 목 차

〈표 1－1〉 한국표준산업분류에 따른 ICT 산업의 범위 ····· 20
〈표 4－1〉 국내 ICT 신산업 시장 규모 ····· 62
〈표 4－2〉 확산모형 이용한 선행 연구 ····· 63
〈표 4－3〉 대분류 산업 정의 ····· 65
〈표 4－4〉 기존 산업의 혁신계수와 모방계수 ····· 68
〈표 4－5〉 기존 산업과 ICT 신산업의 동시 언급 빈도 ····· 69
〈표 4－6〉 ICT 신산업 혁신계수와 모방계수: 유추법 ····· 71
〈표 4－7〉 빅데이터 산업 혁신계수와 모방계수: 회귀분석 및 수정 결과 ····· 72

그 림 목 차

〔그림 2－1〕 국내 사물인터넷 분야 별 시장규모 추이 ····· 29
〔그림 2－2〕 글로벌 빅데이터 매출액 규모 추이 ····· 30
〔그림 2－3〕 2015 국내 빅데이터 세부시장 규모 ····· 31
〔그림 3－1〕 델파이 기법을 이용한 전망 절차 ····· 37
〔그림 3－2〕 완화 승법 추세 모형에서 완화모수의 크기에 따른
성장 전망 변화 ····· 44
〔그림 3－3〕 전형적 확산 곡선 ····· 49
〔그림 3－4〕 고기술 신제품의 세대별 확산 과정: 전형적 패턴 ····· 53
〔그림 4－1〕 혁신계수와 모방계수 분포 ····· 67
〔그림 4－2〕 유추법과 회귀분석법의 전망치 비교: 국내 빅데이터 산업 ····· 72
〔그림 4－3〕 국내 빅데이터 산업 시장 규모 전망: 2016～2020년 ····· 72
〔그림 4－4〕 국내 사물인터넷 산업 시장 규모 전망: 2016～2020년 ····· 73
〔그림 4－5〕 국내 클라우드 산업 시장 규모 전망: 2016～2020년 ····· 73

요 약 문

1. 제 목

ICT 신산업 규모 추정 연구

2. 연구 목적 및 필요성

본 연구의 목적은 ICT 신산업의 규모를 전망할 수 있는 방법론을 제시하는 것이다. ICT 신산업 분야는 기술 변화가 빠르고, 시장도 성숙하지 못하여 정의도 불분명하고 관련 데이터도 부족하여 일반적으로 수행할 수 있는 통계적 추정 방법으로는 이렇게 급변하는 시장에 대한 통계적 전망이 쉽지 않다. 그럼에도 불구하고 ICT 산업 내에서 신산업은 매우 중요하게 여겨지므로 시장 데이터에 대한 정책수요가 크다. 현재 다양한 민・관 기관에서 신산업에 대한 추정을 발표하고 있지만 저마다 신산업에 대한 기준도 통일되어 있지 않고 추정방법에 대한 일관성도 떨어져 혼란을 가중시키고 있는 상황이다. 이러한 배경에서 ICT 신산업의 규모를 추정하고 전망할 수 있는 표준화된 방법론을 개발하고 이를 바탕으로 우리나라 ICT 신산업의 규모를 추정함으로써 보다 합리적이고 과학적인 증거 기반 ICT 정책수립에 기여하고자 한다.

3. 연구의 구성 및 범위

본 연구의 구성과 범위는 다음과 같이 네 부분으로 나뉜다. 첫째, ICT 신산업의 범위를 정의내리고 있다. 빅데이터, 클라우드, 사물인터넷의 특성을 반영하여 한국

표준산업분류체계 기준으로 신산업의 범위를 정한다. 둘째, ICT 신산업 시장의 현황을 파악한다. 해외 컨설팅 보고서 및 국내 실태조사 보고서들을 이용하여 최근 수년 간의 매출 추이를 살펴본다. 특히 외국 시장조사기관의 ICT 신산업 정의와 매출 규모 추정 방법론을 평가・정리하였다. 셋째, 현재 학계에서 자주 이용하고 있는 산업 전망 예측 방법론을 조사한다. 전문가 판단 기반 예측법, 시계열 모형, 확산 모형 등을 중심으로 각 세부 모형들의 특징과 연구 성과를 검토하였다. 넷째, Bass 모형으로 우리나라의 ICT 신산업 규모를 추정하고 방법론을 구체적으로 논의한다.

4. 연구 내용 및 결과

ICT 신산업이 아직 성장 초기 단계에 있으므로 자료의 부족으로 인해 추정 작업에서 오차가 발생할 가능성이 높다. 이러한 조사환경이 지니고 있는 방법론적 함의를 논의한다. 즉, 기존의 표준적 확산모형의 한계점을 인식하고, Bass 확산모형에서의 혁신계수, 모방계수, 시장 포화수준 등의 상황을 종합적으로 파악하여 결정하는 방법론을 제시한다.

5. 정책적 활용 내용

본 연구의 결과는 크게 두 가지 점에서 정책적 활용 가치가 있다. 첫째, 본 연구는 ICT 분야의 중장기 정책 수립의 근거를 마련할 수 있다. 둘째, 본 연구는 부족한 시장 정보 하에서 산업규모추정 방법론에 대한 새로운 학술적 함의를 도출한다.

6. 기대효과

급변하는 시장과 통계 환경의 변화로 말미암아 새로운 산업분야를 시의적절하게

예측하는 작업이 어려워지고 있는 현실이다. 본 연구 결과를 통해서 새로운 산업도약을 도모할 수 있는 학술연구를 좀 더 활성화하고, 정책 커뮤니티에도 유용한 정책적 자산과 조언이 될 수 있을 것으로 기대한다.

제1장 서 론

제1절 개 요

1. 연구 배경 및 필요성

본 연구 “ICT 신산업 규모 추정 연구”는 정보통신정책연구원 협동과제인 “조사환경 변화에 대응한 ICT 통계 생산체계 혁신 방안 연구”의 세부과제로 기획된 것이다. 조직 개편과 관련된 연구원 내부 사정으로 인해 애초의 기획이 다소 수정되었다. 연구 방향을 수정하게 된 취지는 “조직 개편으로 발생한 업무의 중첩을 피하고, 미래부 등 정부 부처의 정책적 요구에 더욱 부합하는 과제를 발굴한다”는 것이다. ICT 산업에서 클라우드, 빅데이터, 사물인터넷으로 대표되는 신산업들은 정부에서나 산업계에서나 정책적 관심이 매우 높고 현재 비중 있게 다루어지고 있는 연구 대상이지만 특히 데이터의 측면에서 정보의 양이 부족하고 정보들의 일관성도 떨어져 정책 수립을 위해 참고하는 데 많은 애로를 겪고 있는 상황이다. 신산업 데이터와 관련된 정책 이슈는 매우 다양하다. 신산업은 그 자체로도 큰 관심사이지만 우리나라 전체 ICT 산업과의 관계와 글로벌 시장과의 관계 또한 중요하다. 따라서 우리나라 ICT 산업 정책 전반을 관장하고 있는 미래부의 입장에서는 신산업이 ICT 산업 내에서 차지하는 위상과 비중, 관계를 주의깊게 지켜보고 있다. 이러한 배경으로 ICT 산업 분류체계와 맞물려 산업의 정의와 범위를 보다 명확히 할 필요가 있다. 또한 신산업은 현재 유의미한 규모와 비중을 이미 가지고 있는 산업이라기보다는 앞으로의 성장 가능성이 더욱 중요하고, 그것이 정책수립을 위해 참고될 때가 더 많은 산업이라는 특징이 있다. 엄밀히 말하면 전망은 통계와는 다르지만 신산업의 전망치는 우리나라 ICT 정책연구에서 어떤 다른 통계보다도 중요하게 다루어지고 자주 언급되며 정책 수요가 매우 크다. 즉, ICT 신산업의 통계와 관련된 정책 이슈는 산업 정의

및 분류체계 이슈와 산업 전망 이슈로 크게 나눌 수 있다. 협동과제 연구진은 작년 본 과제를 기획하면서 ICT 신산업의 범위를 확정하기 위한 ICT 산업 통계분류 체계 개선을 연구 주제로 포함시켰으나 미래부로부터 유사한 과제를 정책연구과제로 의뢰받으면서 올해 초 신산업 규모 추정으로 협동과제 세부연구과제의 주제를 변경하게 되었다.

"ICT 신산업"이라는 용어는 그 시기에 따라 정의가 변화할 수 있다. 현재 신산업으로 간주되고 있는 클라우드, 빅데이터, 사물인터넷은 시간이 지나면 더 이상 신산업이 아닐 것이며, 미래에는 또 다른 새로운 산업이 등장할 것이기 때문이다. 또한 신산업이라는 것은 정책연구자나 전문가들 사이에서 용어의 정의조차 확실히 정립되지 않은 상황에서도 발전이 진행중이기 때문에 데이터를 기반으로 한 정책연구를 수행하기 위해서는 용어 정의와 분류체계를 주기적으로 수정해야 한다. 또한 산업 성장의 초기 단계에서 정책연구를 수행하기 위해서는 현재 규모의 자료로는 본 산업의 중요성을 강조할 근거를 마련하기가 어렵고 부득이 이 산업이 가까운 미래에 가질 수 있는 파급력을 고려해야 하기 때문에 주기적인 산업 전망 또한 중요한 연구과제가 될 수 있다. 신산업에 대한 전망은 민관에서 다양한 방법으로 시도되고 있으나, 저마다 다른 근거와 논리를 이용하고 있고 또한 연구를 수행하는 기관과 업계와의 이해관계 때문에 신뢰성을 의심 받는 경우도 흔히 발생한다. 이런 문제를 해소하기 위해서는 관련 정책을 관할하고 있는 정부부처가 해당 분야의 명확한 기준을 제시하면서 또한 이를 주기적으로 수정해 나갈 수 있는 체계의 확립이 필요하다. 본 연구는 그러한 정책적 필요성에 의해 수행하게 되었다.

올바른 산업 정책을 수립하기 위해서는 먼저 그 산업이 향후 얼마나 빨리, 얼마나 큰 규모로 성장할 것인지를 합리적으로 전망하는 것이 필요하다. 인력 양성, 연구개발 및 각종 정부 투자 정책 등 산업 정책들은 대부분 미래의 특정 시점에 이 산업이 어느 수준으로 발전해 있을지를 가정하고, 이렇게 가정한 상황에 최적화되도록 정책목표 및 세부 시행과제 등 구체적인 내용을 결정하기 때문이다. 예를 들어, 향후 유망 산업에 필요한 전문 인력을 사전에 육성하기 위한 정책을 수립하고자 한다

면 정부의 인력 양성 프로그램을 통해 전문가가 배출되기 시작하는 시점에 해당 산업이 어느 정도 규모로 성장해 있을 것인지를 예측할 수 있어야만 이 분야에서 필요로 하는 전문가의 수를 사전에 추정할 수 있을 것이고, 이를 바탕으로 현재 시점에서 몇 명을 대상으로 교육을 시작할 것인지를 결정함으로써 자원을 효율적으로 투입할 수 있게 된다. 정책의 성과를 보기까지 오랜 시간을 기다려야 하는 연구 개발 투자 또한 마찬가지다. 제한된 국가의 연구 개발 예산을 각 분야에 배분하는 기준은 미래에 그 분야가 얼마나 중요한 비중을 차지할 것인가이다. 물론 연구 개발 투자의 우선순위는 미래에 기대되는 산업 규모 이외에도 다른 많은 요소들을 고려하여 결정하지만 산업 전망 또한 무시할 수 없는 중요한 결정 요소 중 하나이다. 산업 정책의 목적 중 하나가 그 산업을 더욱 발전시키는 것이니, 각종 산업 정책은 그 자체로 산업의 성장에 영향을 미치지만 산업 정책은 해당 정책이 예상하고 있는 전망치가 실제와 가까울 때 정책의 성과도 가장 성공적일 것이다.

경제발전에 직결되는 산업 정책이 바람직한 성과를 내도록 만들기 위해 세계 각국의 정부는 국가 통계를 수집하고, 이를 바탕으로 경제 및 산업 전문가들이 참여하여 다양한 분석을 통해 자기 나라의 산업을 전망하는 일을 하고 있다. 그러한 목적에 따라 산업 통계는 국가적으로 매우 중요하게 관리되고 있다. 산업 통계는 통계 전담 부처나 중앙은행 등 정책 당국의 주도 하에 공인된 산업 분류 체계에 따라 엄격한 절차를 거쳐 생산되며, 검증 절차를 거쳐 정확한 통계수치가 발표되기까지 오랜 기간이 소요된다. 이미 존재하고 있는 전통 산업의 경우, 산업의 규모도 크고, 축적된 시계열 자료도 방대하여 통계 자료를 기반으로 계량경제학적 방법을 동원하여 산업 전망을 비교적 합리적으로 수행할 수 있다. 그러나 산업들 중 일부는 경기 변동에 민감하게 반응하여 불확실성이 매우 크게 나타나기도 하고, 변화 속도가 매우 빨라 전통적 산업 분류 체계로 담아내기가 어려우며, 기존의 통계 생산 체계로는 통계 작성에 시간이 너무 오래 걸려 시시각각 변화하는 산업의 특성을 반영하는 것이 사실상 불가능해 통계를 기반으로 한 규모 추정과 전망이 충분한 신뢰성을 가지지 못할 때가 많다. 일반적으로 제조업보다 서비스업의 경우 그러한 불확실성이 크게

나타나는데, 특히 ICT 산업은 다른 어떤 산업보다도 변화 속도가 빠르며, 그 중에서도 빅데이터, 클라우드 및 사물인터넷으로 대표되는 ICT 신산업은 통계를 기반으로 한 규모 추정이 가장 어려운 산업에 해당한다. 산업의 범위가 아직 정의되어 있지 않으며, 축적된 시계열 자료 또한 거의 없기 때문이다. ICT 신산업은 기존의 산업분류체계에 따르면 컴퓨터 및 관련 서비스업과 전기・전자제품 제조업에 걸쳐 있어 서비스업과 제조업을 모두 포함하고 있으나, 정확한 구분을 위한 기준이 아직 만들어지지 않아, 기관마다 시기마다 산출방법 및 추정방법이 다르며, 정확한 규모 추정에 혼란을 주고 있다. ICT 신산업은 ICT 산업에서 기존의 하드웨어와 소프트웨어가 결합된 형태로, 유형의 제품과 파생되는 관련 서비스가 융합하여 이루어지는 상품이며, 국내외 대기업과 스타트업을 포함하여 다수의 기업들이 매우 다양한 실험적 상품을 내놓고 있는 상황이다. 또한 사물인터넷의 경우 ICT 산업에서 장래에 매우 유명한 분야가 될 것이라는 데 이견이 없지만 현재까지 시장에 안착한 상품이나 비즈니스가 명확히 존재하지 않고, 다양한 타 산업과 밀접하게 연관되어 있는 경우가 많기 때문에 산업을 측정하는 관점에서는 분류기준 및 규모 추정을 놓고 많은 논란을 야기하고 있다. ICT 신산업에 대한 규모 추정은 국가 통계를 기반으로 하는 전통적 방법으로 수행할 수 없으며, 신산업의 특성을 반영한 새로운 방법론의 개발을 필요로 한다.

현재 ICT 신산업은 미래창조과학부의 주요한 정책 대상으로 간주되고 있어 이들 산업의 규모를 추정하고자 하는 노력은 과거에도 지속적으로 있어 왔다. 하지만 공인된 국가 통계가 존재하지 않고, 지금까지 산업의 구체적인 형태와 시장이 틀을 잡기 전이었기 때문에 지금까지 생산된 규모 추정은 그 정확도와 신뢰도를 보장할 수 없었고, 제시된 추정치마다 큰 편차를 보이는 등 추정치로서 많은 문제점들을 노출시켰다. 신산업 규모 추정의 부정확성이 갖는 문제는 다음과 같다. 첫째, 정책의 성과를 감소시킨다. 앞서 서술한 바와 같이 부정확한 예측은 예측한 상황을 가정하여 수립된 정책의 적합성을 떨어 뜨려 정책의 효과를 감소시키는 문제를 발생시킨다. 둘째, 정책 추진의 동력과 정당성을 약화시킨다. 전망치는 정책의 주요 근거로 작용

하는데, 이 전망치가 신뢰를 얻지 못하면 전망치를 근거로 한 정책 또한 언제든지 추진 과정에서 지속 여부를 결정하는 데 끊임없이 도전을 받을 수 있고, 이렇게 되면 정책 목표를 달성하기가 더욱 어려워진다. 전문가들은 부정확한 추정치를 바탕으로 정부 부처가 중장기 산업 정책을 수립하는 것은 문제가 있다는 의견을 지속적으로 개진하였고, 이러한 배경 하에서 정책당국이나 정책연구기관을 중심으로 ICT 신산업의 규모를 보다 정확하게 추정할 수 있는 표준화된 방법론의 개발에 대한 필요성이 대두되었다.

많은 어려움이 있음에도 불구하고 ICT 신산업의 규모 추정에 대한 연구가 필요하다고 생각되는 것은 중장기 국가 발전의 동력으로서 ICT 신산업이 가지는 중요성 때문이다. 과거 수출 기반의 제조업 육성으로 괄목할 만한 경제성장을 이룩한 우리나라는 1980년대에서 2000년대에 이르는 동안 반도체, 디스플레이, 휴대전화, 초고속 인터넷 등 ICT 산업을 전략적으로 육성하여 글로벌 시장에서 큰 성과를 거두었으나, 최근 글로벌 경기 침체의 장기화와 중국 등 신흥 제조업 국가들의 부상 이후 새로운 성장 동력을 발굴하지 못한 채 정체 상태에 머무르고 있다. 장기적으로는 경제활동 인구의 감소로 잠재성장률의 하락이 예상되는 가운데 조선업과 철강 제조업은 경기침체 및 경영 실패로 인해 부실해졌고, 자동차 산업은 전기 자동차 및 자율주행 자동차의 등장으로 인한 세계 시장의 패러다임 변화에 직면해 있으며, 전자 산업 또한 스마트폰 시장이 포화 수준에 근접한 이후 수익성이 악화되는 등 2010년대 이후 들어 우리나라의 산업은 주력 제조업 전반에 걸쳐 위기의 징후들이 광범위하게 나타나고 있다. 만약에 국가의 진흥 정책이 성과를 거두어 성공적으로 발전한다면 ICT 신산업은 우리나라 주력 산업의 하나인 ICT 산업의 경쟁력을 바탕으로 향후 시장 규모의 가파른 성장이 예상되는 글로벌 시장을 선점함으로써 충분한 경쟁력을 가질 수 있고, 양질의 일자리도 창출할 수 있는 우리나라의 차세대 성장 동력으로 그 역할을 할 수 있다. 우리나라 ICT 산업의 고질적 약점인 하드웨어와 소프트웨어의 불균형 구조를 극복하고 고용 여건을 개선해 우수 인재를 유입하고, 왕성한 창업을 유도하며 경쟁력 있는 신제품과 신규 서비스가 지속적으로 개발될 수 있는 환경

을 조성함으로써 국내외 자본의 지속적인 투자 유치로 이어지도록 만들기 위해서는 국가적 차원에서의 진흥정책이 수립되고 추진되어야 한다. ICT 신산업 육성에 국가 자원을 집중하기 위해서는 보다 명확한 근거를 바탕으로 한 정책 목표의 수립이 필요한데, 이를 위해 반드시 선결되어야 할 과제가 바로 ICT 신산업에 대한 규모 추정의 신뢰성을 제고하는 것이다.

2. 연구 목적 및 구성

본 연구의 목적은 ICT 신산업의 규모를 전망할 수 있는 표준화된 방법론을 제시하는 것이다. ICT 산업에 대한 정확한 이해와 특히 ICT 신산업에 대한 명확한 정의를 바탕으로, 통계를 기반으로 하되 통계적 추정 방법의 한계를 극복하고 대안의 새로운 추정방법을 개발하여, 신뢰성 있는 ICT 신산업의 발전 전망을 도출하고자 한다. 산업 전망을 위해 기존에 시도되어 왔던 다양한 방법들을 종합하고 그 한계와 문제점들을 비판적으로 검토하며 기존의 방법들을 보완하고, 이미 개발되었으나 아직 시도되지 않았던 방법들의 도입을 고려하는 동시에, 새로운 방법들을 개발하는 과정까지를 본 연구에서 포함하고자 한다.

본 연구는 다음과 같은 정책적, 학술적 의의를 가진다. 연구 결과는 첫째, ICT 신산업의 규모 추정을 통해 중장기 ICT 정책 수립의 근거를 마련할 수 있다. 기존의 ICT 신산업 추정치들은 주로 국내외 컨설팅 기업이나 시장조사 기업들에 의해 만들어졌다. 기업들마다 가진 정보와 방법론이 각각 동원되었으나 표준화되지 않은 기업 고유의 기준이 적용되었으며, 각 기업이 관심을 가지는 분야를 중심으로 협소한 범위에서 이루어지고 그것이 서로 공유되지 않고 생산되면서 큰 편차를 가지는 원인이 되어 왔다. 본 연구에서 제시될 결과들은 기존 산업 전체에 대한 국가 통계를 바탕으로 표준산업분류체계의 틀을 유지하면서 가능한 모든 해당 부문을 포함시킴으로써 추정치의 신뢰성을 높일 것이다. 이렇게 만들어진 규모 추정치는 국가 ICT 신산업 정책을 뒷받침하는 유의성 있는 근거로 활용될 수 있다. 둘째, 산업 규모 추정 방법론에 대한 새로운 학술적 함의를 도출하는데 기여할 수 있다. 기존의 계량경

제학적 방법을 활용하는 동시에, 이를 보완할 수 있는 각종 대안의 방법들을 개발함으로써 보다 실질적이고 유용한 산업 전망 이론을 제공하게 될 것이다.

본 연구는 다음과 같이 구성된다. 본 장 제2절에서는 본 연구에서 다루게 될 ICT 신산업에 포함될 산업 분야들을 정의하기로 한다. 클라우드, 빅데이터, 사물인터넷이 ICT 신산업에 해당되며, 다른 문헌에서 신산업으로 포함되기도 하는 기타 산업들은 제외된다. 제2장에서는 ICT 신산업 현황에 대해 기술하기로 한다. 클라우드, 사물인터넷 및 빅데이터 산업의 실태조사 결과를 중심으로, 우리나라 ICT 신산업의 현황을 살펴보며 각종 문헌을 통해 해외 현황도 살펴보고 그 특징과 국내외 시장의 차이점 및 ICT 산업 내에서 차지하는 위상을 다각도로 검토한다. 제3절에서는 ICT 신산업 규모를 추정하기 위한 연구 방법론에 대해 고찰한다. 산업 전망에 활용되었던 기존의 방법론들을 정리하면서 문제점과 한계를 파악하고, ICT 신산업 분야의 시장을 전망하고 추정했던 기존의 연구 사례를 조사한다. 제4절에서는 기존의 연구 사례를 바탕으로 독자적인 규모 추정 방법론을 개발하고 이를 ICT 신산업에 적용한다.

제 2 절 ICT 신산업의 범위 및 특징

1. 개요

본 절에서는 ICT 신산업의 범위를 확정하기로 한다. 산업의 범위를 확정하기 위해서는 먼저 우리나라의 산업 분류체계를 기준으로 접근해야 하지만 신산업의 경우 기존의 분류체계에 의해 정확하게 정의되기는 어렵기 때문에 과거의 문헌에서 언급된 신산업의 기술이나 서비스 및 비즈니스 모델 등의 특성을 반영하여 체계적으로 보완할 것이다.

2. ICT 산업의 범위

2008년부터 시행된 한국표준산업분류(KSIC) 9차 개정안은 총 21개의 대분류와 76

개의 중분류로 구성되어 있으며, 국제표준산업분류 4차 개정안(ISIC Rev.4)을 반영하여 만들어졌는데, 가장 큰 특징은 여러 항목에 흩어져 있던 ICT 산업을 통합하여 별도의 항목으로 만든 것이다. 제조업(대분류 C) 내 ICT 산업이 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업(중분류 26) 항목으로 통합되고, 한국적 특성을 반영하여 국제표준산업분류와 달리 의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업(중분류 27)은 ICT 제조업에 포함하지 않고 별도로 분리하였다. 영상, 음향 및 통신장비 제조업은 반도체 제조업(소분류 261), 전자부품 제조업(소분류 262), 컴퓨터 및 주변장치 제조업(소분류 263), 통신 및 방송장비 제조업(소분류 264), 영상 및 음향기기 제조업(소분류 265), 마그네틱 및 광학 매체 제조업(소분류 266)으로 구성된다.

〈표 1－1〉 한국표준산업분류에 따른 ICT 산업의 범위

대분류	중분류	소분류
C 제조업	26 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	261 반도체 제조업
		262 전자부품 제조업
		263 컴퓨터 및 주변장치 제조업
		264 통신 및 방송장비 제조업
		265 영상 및 음향기기 제조업
		266 마그네틱 및 광학 매체 제조업
J 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	58 출판업	582 소프트웨어 개발 및 공급업
	60 방송업	601 라디오 방송업
		602 텔레비전 방송업
	61 통신업	612 전기통신업
	62 컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업	620 컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업
	63 정보서비스업	631 자료처리, 호스팅, 포털 및 기타 인터넷 정보매개서비스업
		632 기타 정보서비스업

자료: 통계청(2007, 2014).

또한 여러 다른 항목에 분산되어 있던 커뮤니케이션 관련 서비스 산업이 별도의

대분류로 통합되어 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업(대분류 J) 항목이 신설되었다. 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업은 출판업(중분류 58), 영상・오디오 기록물 제작 및 배급업(중분류 59), 방송업(중분류 60), 통신업(중분류 61), 컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업(중분류 62), 정보서비스업(중분류 63) 총 여섯 개의 중분류 산업 항목을 포함하고 있는데, 이 중 영상・오디오 기록물 제작 및 배급업은 ICT 산업에서 제외된다. 출판업은 다시 서적, 잡지 및 기타 인쇄물 출판업(소분류 581), 소프트웨어 개발 및 공급업(소분류 582)으로 구분되는데 그 중 서적, 잡지 및 기타 인쇄물 출판업은 ICT 산업에서 제외된다. 방송업은 라디오 방송업(소분류 601)과 텔레비전 방송업(소분류 602)으로 세분된다. 통신업의 경우 우편업(소분류 611)이 제외되고 전기통신업(소분류 612)만 ICT 산업에 포함된다. 정보서비스업은 자료처리, 호스팅, 포털 및 기타 인터넷 정보매개서비스업(소분류 631)과 기타 정보서비스업(소분류 639)으로 구분된다. 지금까지 논의된 사항을 바탕으로 한국표준산업분류 상 ICT 산업의 범위를 정리하면 〈표 1－1〉과 같다. 즉, ICT 산업은 총 2개 대분류, 6개 중분류, 13개 세분류에 걸쳐 분포한다.

3. ICT 신산업의 범위

ICT 산업이란 컴퓨터 네트워크를 통해 정보를 생산하고, 전송하며, 가공하고, 처리하기 위해 필요한 각종 서비스를 제공하거나 관련된 장비와 부품을 제조하는 산업으로 정의할 수 있다. 여기서 생산되고 전송되는 정보는 음성과 영상, 디지털화된 부호 등을 포함할 수 있기 때문에 유무선통신과 방송업 또한 ICT 산업의 범주에 포함된다. 통계청의 한국표준산업분류는 산업 활동을 “각 생산단위가 노동, 자본, 원료 등 자원을 투입하여, 재화 또는 서비스를 생산 또는 제공하는 일련의 활동과정”으로, 산업은 “유사한 성질을 갖는 산업 활동에 주로 종사하는 생산단위의 집합”이라 정의한다(통계청, 2007). 산업으로서 ICT 신산업을 정의하기 위해서는 ICT 산업의 범주에 포함되면서도 기존의 ICT 산업과 차별화되는 특성이 존재해야 한다. 그런 관점에서 볼 때 본 연구에서 다루게 될 빅데이터, 클라우드 및 사물인터넷을 기

존의 ICT 산업과 확연히 차별화된 성격을 가진 새로운 산업으로 정의하기엔 많은 어려움이 따른다. 왜냐하면 이들 산업들은 이미 존재하고 있는 기술이 보다 발전된 형태로 진화하여 결합한 것이기 때문이다.

빅데이터란 매우 빠른 속도로 생성되는 대용량의 정형, 비정형 데이터를 처리하는 기술로, 데이터를 처리하는 데 요구되는 컴퓨팅 성능의 향상을 병렬화된 컴퓨터들 간의 분산처리를 통해 해결한다는 개념의 기술이다. 컴퓨터 성능의 향상과 더불어 인터넷의 보급 및 전송속도의 증가, 그리고 SNS 등 온라인 서비스의 발달로 디지털 정보가 폭증하면서 대용량의 정보를 빠른 속도로 처리하면서 유용한 정보와 의미를 추출할 수 있는 길이 열렸고, 이를 활용하여 소비자에게 다양한 솔루션을 제공할 수 있는 비즈니스로 성장하였다. 빅데이터는 소프트웨어 개발 및 공급업, 컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업, 정보서비스업 분류에 각각 부분적으로 분포되어 있다. 클라우드 또한 소프트웨어 기반의 정보 서비스업으로 분류될 수 있다. 클라우드란 플랫폼, 소프트웨어, 인프라스트럭쳐로 구성되는 컴퓨팅 서비스를 장소나 특정 기기의 제약을 벗어나 제공할 수 있는 서비스를 말한다. 빅데이터와 마찬가지로 소프트웨어 개발 및 공급업, 컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업, 정보서비스업 분류에 각각 부분적으로 분포되어 있다. 사물인터넷은 인터넷에 연결된 전자기기를 통칭하는 용어이다. 개인용 컴퓨터나 서버 이외에도 텔레비전, 냉장고, 드론, 웨어러블 디바이스 등 많은 기기들이 인터넷에 연결됨으로써 이용자 행동 또는 주변의 다른 정보들을 수집하고 처리하여 지능화된 기능을 수행할 수 있다. 사물인터넷의 경우 빅데이터와 클라우드와 달리 하드웨어가 차지하는 비중이 크다는 특징이 있다. 사물인터넷의 규모 추정에 있어 문제점은 사물인터넷이 새로운 전자기기라기보다는 이미 존재하고 있는 기기에 부가되는 기능으로 존재하는 경우가 많은데다 사물인터넷 기능을 생산하는 별도의 사업 단위가 존재하는 것도 아니기 때문에 정확한 규모를 추정하는 것이 더욱 어려우며, 빅데이터, 클라우드와는 또 다른 추정 방법을 필요로 한다.

제 2 장 ICT 신산업 현황

제 1 절 클라우드

1. 개요

인터넷의 확산과 이용이 많아지면서 클라우드 컴퓨팅 시장은 전 세계적으로 꾸준한 성장을 이어왔다. 주요 글로벌 ICT 시장조사기관들은 대개 2010년 전후로 클라우드 컴퓨팅 시장을 정의하고 이를 바탕으로 전망치를 발표해 왔다. 2015년 클라우드 산업 실태조사에 의하면 '클라우드 컴퓨팅'이란 정보통신기기, 정보통신설비, 소프트웨어 등의 정보통신자원을 이용자의 수요 변화에 따라서 신축적으로 이용할 수 있는 정보처리체계로 정의하고 있다(정보통신산업진흥원, 2015b). 그러나 클라우드 컴퓨팅 시장을 단편적으로 정의하기란 쉽지 않으며, 그 규모를 측정하는 방식은 실제로 다양하다. 어느 한 기업이나 조직이 클라우드 기술을 도입하는 것은 기존의 IT 자산을 최적화하는 일련의 과정으로서, 이러한 과정에서 클라우드 시장을 구성하고 있는 기술의 세부 영역은 끊임없이 팽창하고 소멸되며, 이에 따라 클라우드 시장의 정의도 진화하게 마련이다(Gartner, February 2011).

2. 글로벌 클라우드 컴퓨팅 시장현황 및 조사방법론

글로벌 시장조사기관인 Market Research Media사가 2016년 발표한 보고서에 의하면 2020년 전 세계 클라우드 컴퓨팅 시장의 규모는 연평균 30%씩 성장하여 2020년에는 2,700억 달러에 이를 것이라고 전망된다(Market Research Media, January 2016). 이 보고서는 클라우드 시장 전체를 추정하고 있으며, 클라우드 구성요소들을 기술하고 있다. 도입과정에 있는 클라우드 전략 기획, 호환성 및 미들웨어, 교육/훈련, 보

안을 포함시키고 있으며, 빠른 성장세를 보이고 있는 모바일, 고성능컴퓨팅, 내장메모리 클라우드가 조사대상에 포함되었다.[1] 그러나 대부분의 클라우드 시장보고서는 클라우드 전체시장을 추정하기 보다는 클라우드 시장의 각 부문을 대상으로 조사한다. 지금까지 살펴본 IDC, Gartner, Goldman Sachs 등이 발간하는 클라우드 시장보고서에 의하면, IaaS 부문만 보여주거나, SaaS 부문만 살펴보거나, 혹은 IaaS, PaaS, SaaS 등 모든 서비스 모델을 포함하지만 퍼블릭 클라우드로 한정해서 조사한 경우 등이다.

클라우드 시장의 한 부문을 세부적으로 살펴보는 이유는 클라우드 시장이 성장하는 방식과도 관련성이 있다. 클라우드 시장이 성장하는 방식은 기존의 클라우드 세부 부문이 고정적으로 그대로 성장하는 것이 아니라 클라우드가 전통적 IT 시장의 부문들에 파급력을 일으키게 된다. 즉, 클라우드 시장이 팽창하는 방식은 전향 혹은 이동(shift)하는 방식이라고 할 수 있다(Gartner, April 2016). 조사기관은 수요자를 전수조사하기보다는 공급자인 벤더들의 매출 정보를 통해서 어떤 부문이 클라우드 시장에 편입될 것인가에 대해서 나름대로의 노하우를 통해서 판단하게 된다. 또한 공급자 측면 이외에도, Gartner 항목들을 살펴보면 BPaaS, SaaS 에서는 클라우드 수요자 측면의 성격을 고려한 부문 요소를 기술하기도 한다(Gartner, May 2016).

그러나 실제 보고서들을 비교해 보면 수치에 있어서 차이가 발생한다. Gartner (May 2016)는 퍼블릭 클라우드 시장이 2020년 3,671억 달러로 전망하고 있어, Market Media Research(2016)의 전체 클라우드 전망치보다 약 1,000억 달러 정도가 초과된다. Gartner(May 2016) 보고서의 ‘cloud business process services(BPaaS)’ 부문이 Market Media Research(2016) 에서는 발견되지 않으며, PaaS 부문에 이미 편입되어 있는지 아니면 누락이 되었는지는 보고서 상으로 판단하기가 어렵다.

각 시장조사기관마다 정의내리는 부문을 동일하게 비교한다는 것이 쉬워 보이지

1) Forrester社의 초창기 클라우드 시장보고서에서는 PaaS, cloud-based integration, dynamic infrastructure services, IaaS 등 12개의 부분(segment)으로 이루어져 있다.

않는다. IaaS 부문의 경우, Gartner(May 2016)는 ‘compute’, ‘print’, ‘storage’ 등의 세부 항목으로 나누었고, IDC(2015a)는 ‘server’, ‘disk storage’, ‘ethernet switch’ 등의 세부 항목으로 나누었다(IDC, 2015a). 이러한 차이가 발생하는 원인으로 몇 가지를 생각해 볼 수 있는데, 단순한 표현상의 문제, 인터뷰를 실시했던 벤더들의 상품을 분류하는 과정에서 나온 문제, 시장기관의 분류체계의 차이로 발생하는 누락 등이다. 또한 시장조사기관마다 전망치의 큰 차이가 보이는 이유로 조사대상국가의 누락을 생각해 볼 수 있다. 일반적으로 같은 조사라고 하더라도 최근 조사가 더 많은 국가를 포함할 경우가 크며, 조사시기마다 대상 국가의 규모가 다르기도 하다. 예를 들어, IDC 클라우드 인프라 조사의 경우 2015년 2분기의 경우 19개국이었으나, 2015년 3분기에는 60개국을 커버한 것으로 나타났다(IDC, 2015a).

3. 국내 클라우드 컴퓨팅 시장

2015년 말 기준 우리나라의 클라우드 컴퓨팅 시장의 매출액은 7,664억 원으로 추정되고 있다(정보통신산업진흥원, 2015b). 2013년에 3,932억 원, 2014년에 5,239억 원 추정치를 근거로 전년대비 시장성장률을 살펴보면, 2013～4년에 33.2%, 2014～5년에 46.3%으로 최근 클라우드 컴퓨터 시장의 성장세가 커지고 있다.

정보통신산업진흥원(2015b)은 대한상공회의소의 2015년 전국기업체총람 DB에서 11,644개 사업체를 목표 모집단으로 정하고, 클라우드 서비스 제공 유무에 관한 전화 사전조사를 통해서 353개 기업을 조사모집단으로 정의했으며, 조사모집단을 대상으로 설문조사를 실시했다(정보통신산업진흥원, 2015b). 정보통신산업진흥원(2015b)은 각 클라우드 서비스 모델은 IaaS, PaaS, SaaS, 클라우드 소프트웨어, 클라우드 하드웨어로 나누었으며, 각 서비스 모델을 구성하는 기술적 요소들을 구체적으로 명시하고 있다.

제 2 절 사물인터넷

1. 사물인터넷의 개념 및 성장요인

사물인터넷은 하나의 시장으로 정의내리기 보다는 사물과 인터넷을 연결하는 네트워크의 개념으로 통용되고 있다. 사물인터넷이란 디바이스, 차량, 빌딩 등의 사물에 전자부품, 소프트웨어, 센서, 네트워크 연결성을 탑재하여 데이터를 수집하고 교환하는 네트워크의 개념을 지칭한다(Wikipedia, “사물인터넷” 2016년 11월). 2014년 Raymond James Research社의 보고서에 의하면 사물인터넷이 다른 여타 산업에 두루 걸쳐서 성장하는 포괄적인 개념을 지니고 있어서 수직적으로 통합된 일련의 솔루션 시장이라는 관점을 채택하고 있다(Raymond James Research, 2014). 사물인터넷은 인터넷의 시작과 함께 존재했다고 볼 수 있으며, 모바일 프로토콜, 센서, 프로세서 등의 기술적 발달에 힘입어 사물인터넷의 생태계를 확장해가고 있다.

2. 글로벌 사물인터넷 시장 현황 및 조사방법론

인터넷에 연결된 디바이스의 개수는 사물인터넷의 성장을 측정하는 지표로 활용되는데, 전 세계 여러 컨설팅 회사들의 전망치가 다양하게 존재한다. Gartner社는 2016년 커넥티드 기기의 수가 2015년도보다 30% 증가한 64억 개, 그리고 2020년에는 208억 개에 이를 것이라고 전망했다(Gartner Press Release, 2015). 일반소비자(Consumer)와 기업으로 나누어 집계하되, 기업은 다시 ‘Business: cross-industry’ 및 ‘Business: vertical-specific’으로 나누어서 집계했다. 일반소비자가 IoT 기기의 가장 큰 소비주체로서 2015년에는 전체 IoT 기기 가운데 61.7%, 2016년에는 62.9%에 해당될 것이라고 예측했다.

2015년 11월에 BI Intelligence社가 발표한 보고서『The Internet of Things: Examining how the IoT will affect the world』에 따르면, 약 16개 산업분야에서 소비자, 기업, 정부를 포함한 모든 경제주체들이 IoT 기기를 사용하게 되는 IoT 생태계를 조

명하고 있다. BI Intelligence(2015) 보고서가 발표한 주요 지표를 사려보면, 2015년 100억 개의 IoT 기기들이 존재하며, 2020년까지 약 340억 개 정도를 예측하고 있는데, 이 가운데 기존의 스마트폰, 태블릿, 스마트워치 등이 약 100억 개이며 나머지 240억 개는 새로운 IoT 기기로 추정하고 있다(BI Intelligence, 2015).

사물인터넷 시장의 전망 가운데 커넥티드 기기의 개수의 예측치는 기관마다 차이가 나는데, 2020년 IoT 기기의 규모 예측치로 Gartner社는 208억 개, BI Intelligence社는 340억 개, IDC社는 1,700억 개 등으로 발표한 바 있다(Norton, 2015). 조사보고서 발표시점이 조금씩 다르긴 하지만, 이러한 큰 차이를 보이고 있는 이유를 살펴보자.

Gartner社는 IoT 예측이 S-curve 함수에 근거를 두고 있는데, S-curve 중간지점(Mid-point)은 2021년 정도라고 기술하고 있다(Gartner, 2015). 그러나 IoT 기술을 적용할 수 있는 산업 분야가 매우 광범위하며, 산업의 성격상 IoT 기술도입이 장기간에 걸쳐서 발생하는 산업의 경우에는 2020년 정도에도 S-curve 중간지점에 도달하지 못하게 된다는 것이다. 예를 들어, 어떤 산업의 장비 혹은 제품의 수명 주기가 길 경우에는 IoT 기술로 대체하려는 비즈니스 기획 과정도 자연스럽게 길어지기 때문이다. 또한 새로운 소프트웨어의 공학적 신뢰성(Reliability), 안전성(Safety), 적합성(Suitability)이 엄격하게 요구되는 산업의 경우에도 IoT 기술이 도입되는 과정은 길어진다.

또한 동일한 IoT 애플리케이션이라고 할지라도 여러 산업 군에서 활용되는 방식과 용도가 다르기 때문에, 해당 IoT 애플리케이션의 설치 단위(Installed base of unit)가 동일하게 적용되지 않는다. 횡적인 산업 군에 도입이 되기도 하지만 수직적 산업 군에 도입이 된다. 예를 들어, 일반소비자들의 소매업에서는 하부 카테고리로 잡힐 수 있으나, 제조업이나 운송/교통 등에서는 주요 카테고리로 잡힐 수 있는 것도 IoT 단위의 규모를 예측하기 어렵게 만드는 요인이다. 그리고 수직적 산업으로 자리를 잡고 있는 애플리케이션은 각 산업 군 간에 영향을 주고받는 관계에 있다는 점도 예측을 어렵게 만드는 요인이다. 또한 IoT 소비자 측면에서 IoT 기술에 대한 구매 능력도 예측에 영향을 준다. 기기나 소프트웨어 제품에 대한 소비자의 가격여유성

(Affordability), 통신비(Connectivity pricing)도 소비자의 선택에 영향을 준다. 이러한 산업적 특성들은 사물인터넷의 확산 추정을 어렵게 만드는 요인으로 작용한다.

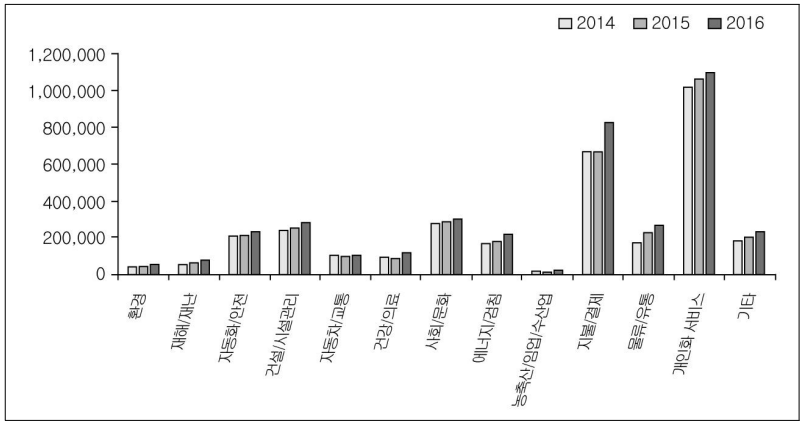
3. 국내 사물인터넷 시장 현황

2015년 사물인터넷 산업실태조사에 의하면 2015년 말 국내 사물인터넷 시장의 매출액은 4조 8,125억 원으로 추정・집계하고 있다. 이는 2014년 대비 28.0% 상승한 것이며, 2016년에는 5조 3,372억 원에 이를 것으로 보여 2015~6년에도 약 10.9% 매출액 증가를 전망하고 있다(정보통신산업진흥원, 2015a).

사업 분야별로 살펴보면 2015년 제품기기가 2조 2,058억 원으로 전체 사물인터넷 시장에서 45.8% 비중을 차지하고 있으며, 2016년에는 그 비중이 47.1%로 늘어날 전망이다. 반면에 플랫폼 분야에서는 2015년 5,136억 원으로 4개 분야 가운데 가장 작은 10.7%를 점유하고 있으며, 2016년에는 5,938억 원으로 11.1% 비중으로 소폭 상승할 것으로 전망된다. 우리나라의 사물인터넷 사업은 주로 네트워크와 기기 중심으로 전체에서 차지하는 비중이 2015년 기준 76.7%에 이르고 있다. 2015년 국내 사물인터넷 산업실태 조사보고서는 환경, 재해/재난, 자동화/안전, 건설/시설관리, 자동차/교통, 건강/의료, 사회/문화, 농축산/임업/수산업, 소매/지불, 물류/유통, 개인화 서비스 등으로 구분하여 매출액을 조사했다. 국내 사물인터넷을 도입하고 있는 분야 가운데 개인화서비스는 2015년 기준으로 31.0%로 가장 비중이 컸으며, 2016년에도 28.3% 정도로 추정・집계되었다. 개인화 서비스 다음으로 큰 분야는 지불/결제 분야로서 2015년 19.4%, 2016년에는 21.5% 정도로 늘어날 전망이다. 사회/문화, 건설/시설관리, 자동화/안전, 에너지/검침 분야가 5～9% 수준에서 그 뒤를 이었다. 각 분야들은 연도별 추이에서 큰 변화가 없이 소폭의 등락을 하고 있으며 물류/유통, 건설/시설관리, 에너지 등에서 사물인터넷의 이용이 꾸준하게 증가할 것으로 전망했다.

〔그림 2－1〕 국내 사물인터넷 분야 별 시장규모 추이

(단위: 백만 원)



자료: 정보통신산업진흥원(2015a)

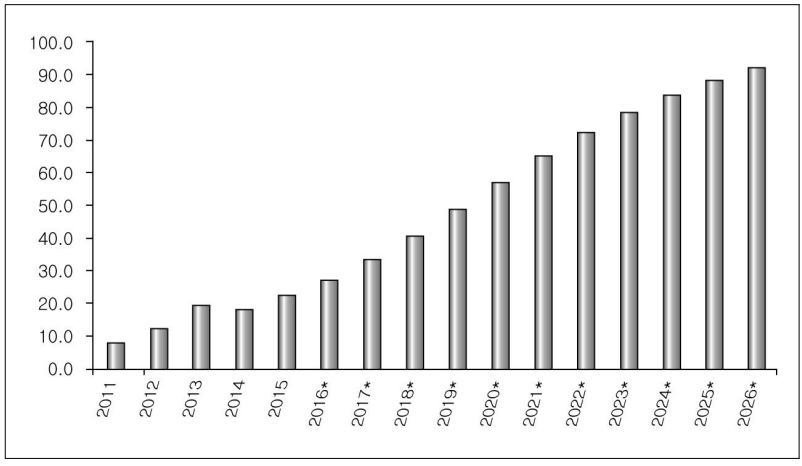
제 3 절 빅데이터

1. 글로벌 빅데이터 시장 현황 및 조사방법론

빅데이터 시장은 전통적인 DB 한계를 넘는 데이터의 양을 수집・처리하는 일련의 기술과 관련된 서비스를 의미한다. 데이터 양이 폭발적으로 늘어나고 있는 가운데 많은 기업들은 이렇게 무수히 존재하는 데이터 활용을 통해서, 기업의 경쟁력과 생산성을 향상시키고, 나아가 비즈니스 혁신을 이끌어내고자 하는 전략의 중요성을 인식하고 있다. Marketsandmarkets社가 발표한 최근 보고서에 의하면 글로벌 빅데이터 시장은 2016년 286억 달러에서 2021년 668억 달러로 성장할 것으로 전망했다(MarketsandMarkets, April 2016). Statista社는 2016년 273억 달러에서 2021년 652억 달러로 근사한 수치를 보여주고 있다(Statista, 2016).

〔그림 2－2〕 글로벌 빅데이터 매출액 규모 추이

(단위: 십억 달러)



주: * 추정

자료: Statista(2016)

Marketsandmarkets社 조사는 IoT 시장을 크게 소프트웨어/서비스, 컨설팅/시스템 통합, 교육/지원, 관리서비스(Managed services) 등의 4개 부문으로 나누고 있다. 소프트웨어/서비스 부문은 Big data analytics, Data discovery and visualization software, Data management software 등으로 구성된다. Marketsandmarkets社은 빅데이터 벤더들이 생산하는 상품들을 기준으로 1차 분류하며, 이때 조사대상의 벤더들은 매출규모에 따라서 3개의 그룹으로 나누어진다. 1차로 분류체계를 만들면, 벤더들을 상대로 심층 인터뷰를 통해서 분류체계를 검증하고 최종적으로 결정한다.

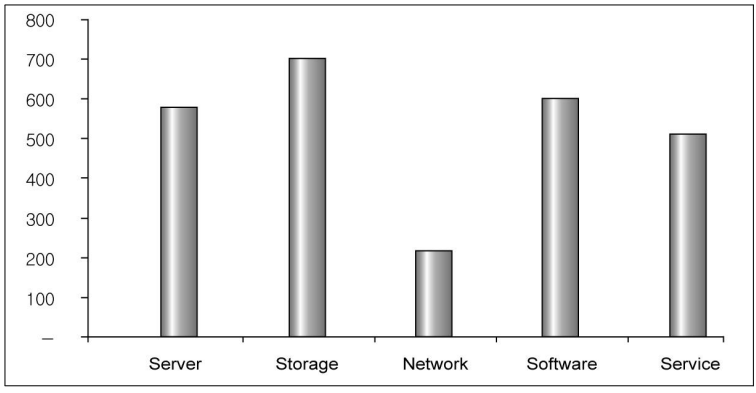
2. 국내 빅데이터 시장 현황

한국정보화진흥원의 2015년 빅데이터 시장현황조사에 의하면 2015년 국내 빅데이터 시장은 약 2,623억 원으로 추정・집계했다(한국정보화진흥원, 2015). 이는 2014년 2,013억 원에서 30.3% 상승한 규모이다. 우리나라의 빅데이터 시장은 향후 2020년까지 해마다 30% 이상의 꾸준한 성장률을 예측하고 있으며, 2020년도에는

약 1조 1,730억 원에 이를 것으로 보인다.[2)]

〔그림 2－3〕 2015 국내 빅데이터 세부시장 규모

(단위: 억 원)



자료: 한국정보화진흥원(2015).

글로벌 시장이 향후 5년 동안 약 20% 초반대의 성장률이 전망된 반면 우리나라 빅데이터 성장률은 이보다 다소 높게 전망되었다. 우리나라의 『2015년 BIGDATA 시장현황조사』는 조사보고서는 우리나라의 빅데이터 시장을 서버, 스토리지, 네트워크, 소프트웨어, 서비스 등 5개의 세부 시장으로 구분하고 있다. 그러나 서버, 스토리지, 네트워크 부문들은 글로벌 시장조사기관마다 포함 여부가 다르다. 예를 들어, IDC社 경우 빅데이터에 관련된 Storage systems 및 서버를 빅데이터 시장에 포함하기도 한다(IDC, 2015b). 2015년 조사에 의하면 스토리지, 서버, 네트워크 등 하드웨어 장비시장이 전체에서 57.5% 정도로 잡히는데, 비록 전체 시장의 규모가 아직 1조원도 채 되지 않아서 세부시장의 비중을 구조적으로 판단하기는 이른 감이 있으나, 일반적으로 글로벌 시장기관의 조사에서 소프트웨어 및 서비스의 비중이 크다. Statista社에 의하면 2015년 글로벌 빅데이터 시장을 professional services

2) 조사기관은 세부시장 별 주요기업을 파악하여 모집단을 구축했으며 새로운 플레이어를 파악하여 표본조사를 실시하였다.

(37.7%), applications & analytics(8.5%), storage(17.7%), compute (19.4%), SQL(8.1%), data management(3.7%), networking(2.8%), NoSQL(1.2%), Hadoop (0.8%) 등으로 나누고 있으며, 스토리지 및 네트워킹 등의 하드웨어 장비는 약 20% 정도에 그치고 있다. 이에 따라 우리나라의 빅데이터 시장조사의 영역에 대한 세밀한 설명이 필요해 보이며 시장의 정의에 대한 검토도 필요해 보인다.

제4절 소 결

지금까지 클라우드, 사물인터넷, 빅데이터 등 ICT 신산업의 시장 현황에 대해 살펴보았다.『2015년 클라우드 산업 실태조사』,『2015년 사물인터넷 산업 실태조사』그리고,『2015년 빅데이터 시장현황조사』를 중심으로 국내 현황을 살펴보고, 해외 사례는 미국 상무성, IDATE 등 정부부처 및 싱크탱크와 Gartner, BI Intelligence, OVUM, MarketsandMarkets, Statista 등 외국 시장 조사 기관의 컨설팅 보고서를 참고하였다. 국내외에서 조사되고 있는 ICT 신산업의 시장 현황 조사를 비교한 결과, 주요 특징은 다음과 같다.

먼저 클라우드의 경우, 다양한 기관이 서로 다른 조사결과를 제시하면서 혼란을 초래하고 있는데, 가장 큰 원인은 기관마다 클라우드에 대한 정의가 다르고, 표준화된 분류체계가 마련되어 있지 않기 때문이다. 클라우드는 신산업이기는 하나, 기존 산업에서 완전히 차별화될 수 있는 산업은 아니며, 기존의 산업분류에서 장비와 관련된 제조업과 소프트웨어 개발 및 공급업, 컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업, 자료 처리, 기타 정보서비스업 등 관련 서비스업에 걸쳐 복잡하게 분포되어 있고, 클라우드로 분류될 수 없는 기존의 ICT 제조업 및 서비스업과 밀접하게 연관되어 있기 때문에 정확한 범위 설정에 있어 기관마다 다른 의견이 존재할 수 있다. 이는 결국 조사 모집단 설정의 차이를 만들고, 조사 결과가 상충하는 문제를 발생시킨다. 이러한 문제점들은 빠르게 성장하면서, 시간이 지남에 따라 그 정의도 변화할 수밖에 없는 신산업의 특성상 불가피한 측면이 있으나, 정책연구 수행 시 혼란을 방

지하고 정책 수립에 필요한 통계의 정확성을 확보하기 위해서는 신산업이라 할지라도 보수적으로 접근하여, 클라우드의 정의와 산업분류체계 하에서의 범위를 표준화하는 작업을 수행할 필요가 있다. 다음으로 사물인터넷의 경우, 대부분의 기술들이 타 산업 내에 광범위하게 포함되어 있어, 별도의 전문기업이 존재하는 경우가 드물 뿐만 아니라, 사물인터넷을 제공하는 기업들 또한 제공하는 기술이나 서비스 중 사물인터넷에 해당하는 부분을 분리해내기 어려운 것이 정확한 통계 생산을 어렵게 하는 요인으로 작용하고 있다. 또는 사물인터넷은 현재 엔드 유저 제품이 나온 사례가 많지 않고, 다른 산업에서의 최종 생산물의 중간 투입으로 사용되는 비중이 많아, 정확한 규모 추정을 위해서는 이러한 타 산업들과의 '수직적 관계성'이 명확하게 고려되어야 한다는 문제가 있다. 마지막으로 빅데이터의 경우, 국내에서 조사된 자료들이 외국의 자료와 비교해 산업 세부 구성 면에서 많은 차이를 보이고 있다는 것이 문제점으로 지적되고 있다. 특히, 우리나라의 빅데이터는 외국과 달리 장비 등 하드웨어 구성의 비중이 상당히 큰 것으로 나타나고 있는데, 이는 우리나라 ICT 산업의 구조적 특성에서 원인을 찾을 수도 있지만, 전통적 자료처리 서비스업에서 빅데이터를 분리해내기가 사실상 불가능하고, 빅데이터의 핵심이라 할 수 있는 컴퓨터 프로그래밍 및 자료처리 서비스업 부문에서 실제로 발생하는 추정 국내 매출 규모가 미미하다는 현실과 관련이 있는 것으로 추측된다. 덧붙여, 클라우드, 사물인터넷, 빅데이터는 통합된 체계 하에서 조사가 실시된 바가 없기 때문에 중복성이 고려될 수 없었다는 문제가 있다. 정확하게 밝혀내는 것은 어렵지만 서로 연관성이 매우 크다는 ICT 신산업의 특성상 조사된 통계의 상당부분이 두 분야 이상의 항목에서 포함되었을 것으로 추측되어 각각의 조사 결과가 ICT 신산업 전체 규모를 추정하는 데 사용될 수 없다는 결정적인 한계가 있다.

본 장에서 언급된 신산업 통계에 대한 조사 방법상의 문제점들은 각 산업의 정의와 범위 및 분류체계에 관한 논의가 현재에도 진행 중이라는 점에서 짧은 시간에 해결될 수 있는 것은 아니다. 그러나 지금까지 조사되었던 다양한 국내외 신산업 관련 통계들과, 최근에 ICT 분야에서 이루어진 연구 성과들을 고려하고『사업체 총 조

사』 등 기존에 전수 조사로 집계된 정확한 통계자료를 활용하여 표준화된 정의와 분류 기준을 제시할 수 있다면, 충분히 개선된 근거와 정확성을 가진 ICT 신산업의 규모를 추정할 수 있을 것으로 기대된다.

제 3 장 신산업 규모 추정 방법론

제 1 절 개 요

클라우드, 빅데이터, 사물인터넷 등 ICT 신산업이 빠른 속도로 성장하면서 이들의 규모가 향후 어떻게 변화할지에 대한 학술적, 대중적, 정책적 관심이 높다. ICT 신산업 전망의 정확성을 제고하기 위해서는 다양한 전망 방법들의 장점과 단점을 정확히 이해하고 각 산업의 상황에 가장 잘 부합하는 전망 방법을 적용해야 한다.

이 장은 학계와 업계에서 신산업 성장 전망을 위해 자주 이용하고 있는 판단 기반 예측법과 확산 모형의 특징을 검토하고 시사점을 논의한다. 클라우드, 빅데이터, 사물인테넷 등 ICT 신산업이 빠르게 성장하면서 이들의 미래 성장 전망에 대한 정책적, 학술적, 대중적 관심이 매우 높다. 하지만, 이들 신산업의 경우에는 기술 혁신 및 확신 구조가 기존 산업과 크게 다르고 축적된 시계열 자료의 양도 부족해 전통적 예측 방법을 적용하기가 어려운 상황이다.

국내외 여러 기관이 ICT 신산업에 대한 중장기 전망 결과를 제시하고 있지만 다양한 전망 방법의 구조와 특징, 예측력에 대한 연구는 부족한 상황이다. 체계적 오류의 가능성을 최소화하기 위해서는 전망 방법별 장점과 한계를 정확히 파악하고 신산업 특징에 부합하는 전망 방법을 적용해야 할 것이다.

이 장은 ICT 신산업 규모 추정 모형 개발을 위한 사전 작업으로 현재 학계와 업계에서 신산업 전망을 위해 자주 이용하고 있는 다양한 예측 방법의 특징을 살펴본다. 제2절은 전문가 판단 기반 예측법을, 제3절은 시계열 모형을 살펴본다. 제4절에서는 확산 모형의 특징과 최근 연구 성과를 검토하고 제5절은 시사점을 논의한다.

제 2 절 전문가 판단 기반 예측

신산업 전망을 위해 이용할 수 있는 첫 번째 방법은 다양한 전문가들의 의견을 취합하여 활용하는 전문가 판단 기반 예측(expert-judgement-based forecasting)이다. 이러한 방법의 가장 큰 장점은 자료가 충분히 축적되지 않은 상황에서도 이용할 수 있다는 점이다. 과거 자료는 존재하지만 성장 경로가 과거와 크게 달라질 것으로 예상되는 경우에도 효과적이다. 어느 한 이론적, 통계적 모형에 전적으로 의존하지 않고 여러 전문가들로부터 제공되는 다양한 정보를 이용하기 때문에 "계란을 한 바구니에 담지 말라"는 격언에 부합한다. 이해와 실행도 쉽다. 전문가의 직관과 사적 정보 등 정량화되기 힘든 정보를 이용할 수 있다는 점도 설문조사 방법이 갖는 중요한 장점이다.

단점 중 하나는 전망치의 신뢰구간 등이 제시되지 않아 전망의 정확성을 객관적으로 평가할 수 없다는 것이다. 설문조사를 위한 질문지 구성, 응답 집단 구성, 피드백 방식, 응답자의 역량이 전망 결과에 큰 영향을 미칠 수도 있다(Rowe and Wright, 1996; Rowe and Wright, 1999; Rowe et al., 2005). 밴드왜건 효과(bandwagon effect), 군집행동(herd behavior), 틀 짜기(framing), 닻 내리기(anchoring), 바람직성 편향(desirability bias), 신념 편향(belief bias) 같은 다양한 심리적 요인과 인지능력의 한계, 비합리적 행동 등으로 인해 전망 결과에 편향(bias)이 야기될 수 있다(Blattberg and Hock, 1990; Whitecotton, S.M., 1996; Winkler and Moser, 2016). 전망 결과에 체계적 오류가 있음을 발견하더라도 원인 규명과 대책 마련이 쉽지 않다.

전문가 판단 기반 예측은 학문 분야 뿐 아니라 업계 실무자들 사이에서도 매우 자주 이용되고 있다. 시계열 모형과 확산 모형을 부분적으로 보완하기 위해 이용되는 경우도 많다.

아래에서는 전문가 판단 기반 예측 방법 중 가장 대표적인 방법이라고 할 수 있는 델파이 기법, 구조적 유추법, 판단적 붓스트래핑에 대해 살펴본다.[3)]

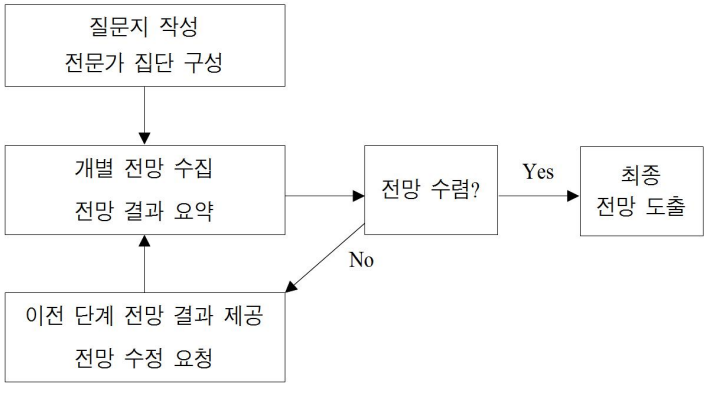
3) 본 연구에서 다루지 않는 판단 예측 기법에 대해서는 Armstrong(2001)을 참고하라.

1. 델파이 기법

델파이 기법(Delphi method)은 여러 명의 전문가들을 대상으로 의견 수집 및 조율을 반복하여 특정 변수의 중장기 전망치에 대한 합의된 결론(consensus)을 이끌어내는 절차이다(Dalkey and Helmer, 1963; Rowe and Wright, 1999). 예측의 정확성을 높이기 위해서는 다양한 전문가들의 의견을 참고할 필요가 있다. 문제는 전문가들 간 의견의 차이가 커서 종합적 판단을 내리기 어려운 경우가 많다는 것이다. 델파이 기법은 일련의 체계적 절차를 통해 전문가들 간 의견의 차이를 좁히고 합의점을 이끌어내는 한 가지 방법이다.

구체적으로, 델파이 기법은 다음과 같은 단계로 구성된다(Rowe and Wright, 1999). 〔그림 3－1〕은 델파이 기법의 실행 절차를 간략히 정리하여 보여준다. 첫째, 관심 대상 변수의 전망치와 그러한 전망의 이유를 묻는 질문지를 작성한다. 전문가 집단을 구성한다. 작성된 질문지를 각 전문가들에게 배포하고 의견을 수집한다. 둘째, 수집된 전망치들에 대한 정보를 각 전문가들에게 제공한다. 이를 토대로 각자의 전망치를 수정할 수 있도록 한다. 셋째, 수정된 전망치들이 일정 범위 내에 속하면 의견 수집 및 조정을 중단한다. 그렇지 않으면 수정된 전망치들에 대한 정보를 각 전문가

〔그림 3－1〕 델파이 기법을 이용한 전망 절차



자료: Rowe and Wright(1999)

들에게 제공하여 자신의 기존 전망을 또다시 수정할 수 있도록 한다. 넷째, 의견 수집 및 조정 과정을 반복하다가 수정된 전망치들이 결국 일정 범위 내에 속하게 되면 종합적 결론을 도출한다.

Rowe and Wright(1999)에 의하면 델파이 기법은 익명성(anonymity), 반복성(iteration), 통제된 피드백(controlled feedback), 그룹 반응의 통계적 종합(statistical aggregation of group response)이라는 네 가지 핵심적 특징을 갖는다. 첫째, 각 전문가들이 어떠한 다른 전문가들이 참여하고 있는지 모르는 상태에서 의견 수집 및 조정이 이루어진다. 이를 위해 서로 얼굴을 맞대고 진행하는 회의 대신 질문지를 통한 조사를 이용한다. 익명성을 중시하는 이유는 그룹 내 특정 전문가의 권위, 조사자들 간의 개인적, 정치적 관계 등으로부터 영향을 받지 않은 솔직한 의견을 이끌기 위함이다. 둘째, 의견 수집이 반복되는 과정에서 각 전문가들은 자신이 이전 단계에서 제시했던 전망치를 자유롭게 수정할 수 있다. 익명성이 보장되므로 다른 이들의 시선 등에 부담을 갖지 않아도 된다. 셋째, 매 단계마다 각 전문가들에게 다른 전문가들의 의견에 대한 정보가 제공된다. 모든 개별 전망치를 제시하는 대신 전망치의 요약 통계(평균, 중앙값, 4분위 수 등)를 제공하는 경우가 일반적이다. 양쪽 끝 꼬리 구간에 속하는 전망치를 제시한 전문가들의 전망 이유를 함께 제공하는 경우도 많다. 이러한 통제된 피드백을 통해 전문가들 간 의견의 차이를 좁혀 나갈 수 있다. 넷째, 그룹 반응의 통계적 종합을 위해 마지막 단계에서 제시된 전망치들의 평균 또는 중앙값을 이용한다.

델파이 기법은 1950년대 초 군사적 목적을 위해 RAND社에 의해 처음 개발된 후 다양한 학문 분야와 산업 현장에서 매우 자주 이용되고 있다. 산업 성장 또는 기술 확산 전망에 이용된 사례 중에서 컴퓨터 산업의 경우로는 Armstrong(1985), 정보, 전자, 통신 산업 전망의 경우로는 Ryu and Byeon(2011), 인쇄회로기판(PCB) 산업의 경우로는 Chang and Wang(2006), 의료서비스의 경우로는 Hudak et al.(1993), 마케팅의 경우로는 Lunsford and Fussell(1993), 정보시스템의 경우로는 Neiderman et al.(1991), 여행 및 관광업의 경우로는 Kaynak and Macaulay(1984), Modrak and Bosun(2014)을 참고하라.

2. 구조적 유추법

구조적 유추법(structural analogy)은 새롭게 등장한 상품과 유사한 속성을 갖는 기존 상품의 성장 경로에 대한 정보를 전문가들로부터 취합하여 신상품의 성장 경로를 전망하는 방법이다(Green and Armstrong, 2007). 역사적 유추법(historical analogy), 최근접이웃분석(nearest neighbour analysis)으로 불리기도 하며, 심리학의 패턴 매칭(pattern matching), 인공지능 분야의 사례－기반 추론(case-based reasoning: CBR)과 매우 유사한 방법이다.

구조적 유추법은 다음과 같은 순서로 진행된다(Green and Armstrong, 2007). 첫째, 전망 대상 신산업을 명확히 하고 그에 대한 정확하고 간결한 설명을 준비한다. 둘째, 전문가 집단을 구성한다. 셋째, 전문가들에게 전망 대상 신산업과 유사한 속성을 갖는 기존 산업들을 되도록 많이 알려줄 것을 요구한다. 넷째, 전문가들에게 그러한 기존 산업들과 신산업 간 유사도를 평가해 줄 것을 요구한다. 다섯째, 전문가들이 제시한 의견을 취합하여 신산업의 성장 경로를 전망한다. 한 가지 방법은 가장 많은 전문가들이 신산업과 가장 유사하다고 평가한 기존 산업의 성장 경로로 신산업의 경로를 유추하는 것이다. 유사도를 가중치로 이용하여 여러 기존 산업의 성장 경로를 가중 평균하여 이용할 수도 있다.

Green and Armstrong(2007), Duncan et al.(2001), Lee et al.(2006)은 구조적 유추법의 우수한 예측력에 대한 연구 결과를 제시하였다. 구조적 유추법을 상품 판매량 예측에 이용한 사례로는 McIntyre et al.(1993)을, TV 시청률 예측에 이용한 사례로는 Nikolopoulous et al.(2007)을, 소프트웨어 개발 비용 예측에 이용한 사례로는 Shepperd and Schofield(1997), 영화 관람객 예측에 이용한 사례로는 Klein(1998)이 있다.

3. 판단적 붓스트래핑

판단적 붓스트래핑(Judgmental bootstrapping)은 전문가 집단으로부터 수집한 시나리오별 전망치를 이용하여 전망 모형의 회귀계수를 추정하는 방법을 말한다. 이러

한 접근법은 어떠한 변수들이 예측 대상 변수에 중대한 영향을 미치는지는 알고 있지만 각 변수들의 가중치를 어떻게 정해야 할지 판단하기 어려울 때 효과적으로 이용할 수 있다. 상품이 아직 개발 단계에 있어 성장률의 과거 자료를 구할 수 없을 때에도 적용이 가능하다.

판단적 붓스트래핑은 다음과 같은 절차로 진행된다. 첫째, 예측 대상 변수(predictand)의 성장 경로에 중요한 영향을 미칠 것으로 생각되거나 여러 전문가들이 성장 전망을 위해 이용할 것으로 생각되는 몇 가지 예측변수(predictor)들을 선정한다. 전문가 인터뷰를 이용할 수도 있다. 둘째, 각 예측변수들에 대해 가상의 값을 부여한다. 가상의 값이지만 현실에서 발생 가능한 값을 부여하는 것이 바람직하다. 각 예측변수들이 어떠한 값을 갖느냐에 따라 다양한 시나리오가 구성된다. 셋째, 그러한 시나리오를 전문가들에게 제공하고 각 시나리오 하에서 예측 대상 변수가 어떠한 값을 갖게 될지를 질문한다. 넷째, 설문 결과를 취합한 후 최소제곱법을 이용해 다음과 같은 모형을 추정한다.

$$Y=\beta_0+\beta_1 X_1+\beta_2 X_2+...+\beta_k X_k+u \tag{3-1}$$

여기서, Y는 전문가들이 제시한 전망치들로 구성된 벡터이며 X_i, $i=1,...,k$는 i번째 예측변수의 값들로 구성된 벡터이다. 이러한 모형의 회귀계수 추정값을 성장 전망 모형의 계수로 이용한다.

Camerer(1981), Grove and Meehl(1996), Armstrong(2001), Collopy et al.(2001), O'Connor et al.(2005)은 판단적 붓스트래핑 기법이 매우 다양한 상황에서 우수한 예측성과를 보인다는 연구결과를 제시하였다. 분야별 적용 사례 중에서 전자 산업의 경우로는 Kunreuther(1969), 마케팅의 경우로는 Ashton et al.(1994), 금융 시장의 경우로는 Ebert and Kruse(1978), Batchelor and Kwan(2007)을 참고하라.

제 3 절 시계열 모형

시계열 모형은 어느 확률변수의 특정 시점 관측값을 자기 자신의 과거 값 또는 다른 변수의 현재 값과 과거 값의 함수로 표현하는 모형을 말한다. 시계열 자료 분석 방법은 지난 반세기 동안 매우 빠른 속도로 발전하였고 문헌의 양이 방대하다. 이 절에서는 그 중 가장 널리 이용되고 있는 두 가지 방법인 지수평활법과 시계열 회귀 모형을 살펴본다.

1. 지수평활법

지수평활법(exponential smoothing)은 최근 자료에 더 큰 가중치를 부여하면서 과거 모든 관측값의 가중 평균으로 예측값을 산출하는 방법이다(Brown, 1959). 시간이 많이 지난 자료일수록 가중치가 지수적으로 감소한다. 지수평활모형은 비교적 단순한 구조에도 불구하고 예측력이 상당히 우수한 것으로 알려져 있다. 1950년대 후반 처음 고안된 후 오늘날까지 매우 많은 분야에서 이용되고 있다.

지수평활법은 시계열의 예측값이 어떠한 추세를 갖느냐에 따라 첫째, 일정한 수준에 머무르는 경우, 둘째, 단조적으로 증가하는 추세를 갖는 경우, 셋째, 지수적으로 증가하는 추세를 갖는 경우, 넷째, 단조적 또는 지수적 추세의 기울기가 시간이 갈수록 완만해지는 경우로 구분된다.

Brown(1959)에서 제시된 단순 지수평활법(simple exponential smoothing)은 분석 대상 시계열이 예측 기간 동안 표본 마지막 시점에 추정한 국지적 수준(local level)에 머무를 것으로 예측한다. 시계열 y_t의 국지적 수준을 ℓ_t라고 하면 h 시점 후 y_{t+h}에 대한 예측값 $\widehat{y_{t+h}}$은 다음과 같다.

$$\widehat{y_{t+h}} = \ell_t,\ h = 1, 2, \ldots \tag{3-2}$$

국지적 수준 ℓ_t는 이전 시점 국지적 수준 ℓ_{t-1}와 현 시점 관측값 y_t 간의 가중 평균

이다.

$$\ell_t = \alpha y_t + (1-\alpha)\ell_{t-1} \tag{3-3}$$

여기서, α는 0과 1 사이의 값을 갖는 평활화모수(smoothing parameter)로서 α가 0에 가까운 값을 가질수록 ℓ_t가 서서히 변화한다. 일반적으로, 국지적 수준의 초기값 ℓ_0는 y_1과 같다고 가정한다.[4)]

단순 지수평활법의 한계는 추세가 있는 자료에는 적용될 수 없다는 것이다. 추세가 있는 자료에 대해서는 다음과 같은 Holt(1957)의 선형추세 모형(linear trend model)이 자주 이용된다.

$$\widehat{y_{t+h}} = \ell_t + hs_t$$

$$\ell_t = \alpha y_t + (1-\alpha)(\ell_{t-1} + s_{t-1})$$

$$s_t = \beta(\ell_t - \ell_{t-1}) + (1-\beta)s_{t-1}$$

여기서, ℓ_t는 앞서와 마찬가지로 y_t의 국지적 수준이다. s_t는 기간 간 성장부분(growth term) 또는 국지적 추세(local trend)이다. α는 국지적 수준에 대한 평활화모

---

4) 식(3-2)를 예측방정식, 식(3-3)을 평활화방정식 또는 수준방정식이라고 한다. 본문에서는 $\widehat{y_{t+1}}$을 y_t와 ℓ_{t-1} 간의 가중 평균으로 설명했는데 식(3-2)를 식(3-3)에 대입하면 $\widehat{y_{t+1}}$을 다음과 같이 y_t와 $\hat{y}_t$ 간의 가중 평균으로 쓸 수도 있다.

$$\hat{y}_{t+1} = \alpha y_t + (1-\alpha)\hat{y}_t$$

$\hat{y}_t$을 다시 y_{t-1}와 $\hat{y}_{t-1}$ 간의 가중 평균으로 정의하고, $\hat{y}_{t-1}$을 y_{t-2}와 $\hat{y}_{t-2}$ 간의 가중 평균으로 정의하는 등의 과정을 반복하면 $\hat{y}_{t+1}$을 과거 모든 관측값의 가중 평균 형태로 쓸 수도 있다.

$$\hat{y}_{t+1} = \alpha y_t + \alpha(1-\alpha)y_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^2 y_{t-2} + \ldots$$

한편, 예측오차를 $\hat{e} = y_t - \hat{y}_t$로 정의하면 $\hat{y}_{t+1}$을 다음과 같이 쓸 수도 있다.

$$\hat{y}_{t+1} = \hat{y}_t + \alpha\hat{e}$$

수를, β는 국지적 추세에 대한 평활화모수를 나타내며, 두 모수 모두 0과 1사이의 값을 갖는다. 시계열의 예측값에 매 시점 s_t만큼의 성장부분이 더해진다는 점에서 이러한 모형을 가법(additive) 모형이라고도 부른다.

한편, 다음과 같은 형태의 승법(multiplicative) 모형을 이용하면 지수적으로 증가하는 추세를 생성할 수 있다.

$$\widehat{y_{t+h}} = \ell_t s_t^h$$
$$\ell_t = \alpha y_t + (1-\alpha)(\ell_{t-1} s_{t-1})$$
$$s_t = \beta(\ell_t / \ell_{t-1}) + (1-\beta) s_{t-1}$$

Gardner and McKenzie(1985)가 제시한 완화 가법 추세 모형(damped additive trend model)을 이용하면 선형 추세의 기울기가 시간이 갈수록 완만해지는 장기 성장경로 전망을 얻을 수 있다.

$$\widehat{y_{t+h}} = \ell_t + (\phi + \phi^2 + ... + \phi^h) s_t$$
$$\ell_t = \alpha y_t + (1-\alpha)(\ell_{t-1} + \phi s_{t-1})$$
$$s_t = \beta(\ell_t - \ell_{t-1}) + (1-\beta)\phi s_{t-1}$$

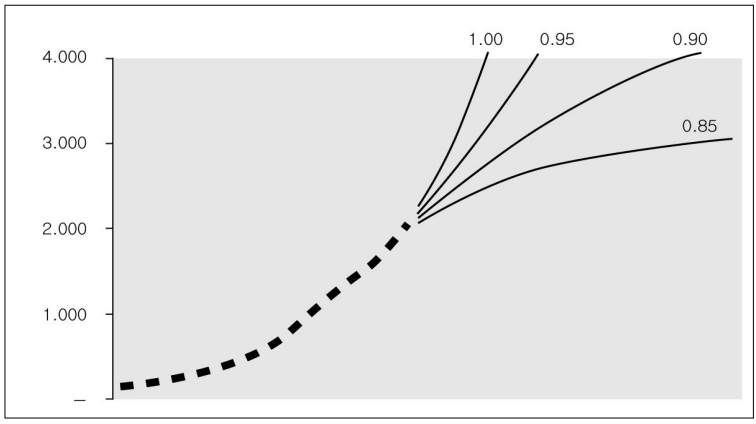
여기서, ϕ는 완화모수(damping parameter)이며 0보다 크고 1보다 작은 값을 갖는다. 이러한 모형의 예측값은 h가 무한대로 증가($h \to \infty$)하면 $\ell_t + s_t/(1-\phi)$로 수렴한다. Makridakis et al.(1993)과 Makridakis and Hibon(2000)는 이러한 완화된 추세 기법이 매우 다양한 상황에 우수한 예측 성과를 보인다는 연구 결과를 제시하고 있다.

끝으로, Taylor(2003)는 지수적 추세의 기울기가 시간이 갈수록 완만해지는 완화 승법 추세 모형(damped multiplicative trend model)을 제시하였다.

$$\widehat{y_{t+h}} = \ell_t s_t^{(\phi + \phi^2 + ... + \phi^h)}$$
$$\ell_t = \alpha y_t + (1-\alpha)(\ell_{t-1} s_{t-1}^{\phi})$$
$$s_t = \beta(\ell_t / \ell_{t-1}) + (1-\beta) s_{t-1}^{\phi}$$

〔그림 3－2〕는 가상의 자료를 이용한 완화 승법 추세 모형에서 완화모수의 값에 따라 추세의 기울기가 어떻게 달라지는지를 보여준다.

〔그림 3－2〕 완화 승법 추세 모형에서 완화모수의 크기에 따른 성장 전망 변화



출처: Gardner, Exponential smoothing: The State of the Art-Part II, University of Houston 강연용 슬라이드에서 인용 (www.bauer.uh.edu/gardner/docs/ppt/sota.ppt).

지수평활법은 점 예측값(point forecast)만을 구하기 위해 이용되는 경우도 많고, 그로 인해 통계적 기초를 결여하고 있는 것으로 오해되고 있는 경우도 많다. 하지만, 최근 들어 지수평활법의 통계적 특성에 관한 연구가 매우 활발히 이루어지고 있다. 지수평활법은, 우선, 아래에서 살펴볼 ARIMA(p, d, q) 모형과 매우 밀접한 연관이 있다. 예컨대, 단순 지수평활법은 상수항이 없는 ARIMA(0, 1, 1) 모형과 같고, 선형추세 지수평활법은 상수항이 없는 ARIMA(0, 2, 2) 모형과 같으며, 완화된 추세 기법은 상수항이 없는 ARIMA(1, 1, 2) 모형과 같다(Gardner, 1985; Gardner, 2006). 따라서 이러한 ARIMA 모형을 이용하면 지수평활법의 예측값에 대한 신뢰구간 등을 계산할 수 있다. 한편, 각 지수평활모형은 관측 변수의 움직임에 대한 측정방정식(measurement equation)과 수준 및 추세 등 비관측 요소에 대한 이전방정식(transition equation)으로 구성된다. Ord et al.(1997), Hyndman et al.(2002), Hyndman et al.(2008) U등은 다양한

지수평활모형을 상태공간모형(state space model)의 관점에서 추정하고 통계적 특성을 검정하는 방법을 제시하였다.

2. 시계열 회귀 모형

시계열 회귀 모형(time series regression model)은 종속변수의 움직임을 자기 자신의 과거 값만으로 설명하는 단변량 모형과 자기 자신의 과거 값 뿐 아니라 다른 변수의 과거 값으로도 설명하는 다변량 모형으로 구분된다.

단변량 모형(univariate model) 중 가장 널리 이용되는 모형은 아래와 같은 구조를 갖는 자기회귀 적분 이동평균(autoregressive integrated moving average) 모형, 줄여서 ARIMA(p,d,q) 모형이다.

$$\left(1-\sum_{i=1}^{p}\phi_i L^i\right)(1-L)^d y_t = \mu + \left(1+\sum_{i=1}^{q}\theta_i L^i\right)\epsilon_t \tag{3-4}$$

여기서, L는 시차 연산자(lag operator)를, ϕ_i는 자기회귀계수를, θ_i는 이동평균계수를, δ는 확정적 요소를, ϵ_t는 t시점 오차항으로 서로 다른 시점의 오차항들은 서로 독립적이고 모두 동일한 분포를 갖는다고 가정한다. d는 적분 차수(integration order), 즉 몇 번을 차분해야 y_t가 안정시계열(stationary time series)이 되는지를 나타낸다. $d=1$인 경우 단위근(unit root)을 갖는다고 한다.

ARIMA(p,d,q) 모형은 이 모형을 이용한 예측 방법론 발전에 크게 기여한 Box와 Jenkins의 이름을 따서 Box-Jenkins 모형이라고도 불린다. 자기회귀항의 시차 길이 p와 이동평균항의 시차 길이 q, 적분 차수 d의 값을 달리하는 매우 다양한 모형들이 ARIMA 모형의 특수 경우로 분류될 수 있다. d가 0보다 크고 1보다 작은 ARIMA 모형을 ARFIMA(p,d,q) 모형, 분수적분모형(fractional integration model), 또는 장기기억모형(long memory model)이라고 한다. d가 0이면 ARMA(p,q) 모형이다. ARMA 모형 중 이동평균항 없이 자기회귀항만 있는 모형, 즉, $p\neq 0$, $q=0$인 모형을 AR(p) 모형이라고 하며, 반대로 자기회귀항 없이 이동평균항만 있는 모형, 즉, $p=0$, $q\neq 0$인

모형을 MA(q) 모형이라고 한다.

ARIMA(p,d,q) 모형의 계수는 일반적으로 최대우도법(MLE: maximum likelihood estimation)을 이용해 추정한다. $d=0$인 안정시계열인 경우 y_{t+1}에 대한 예측값 $\widehat{y_{t+1}}$은 다음과 같이 계산한다.

$$\widehat{y_{t+1}}=\hat{\mu}+\sum_{i=1}^{p}\hat{\phi}_i y_{t-i+1}+\sum_{i=1}^{q}\hat{\theta}_i\widehat{\epsilon_{t-i+1}} \tag{3-5}$$

여기서, $\hat{\mu}$, $\hat{\phi}_i$, $\hat{\theta}_i$는 각각의 모수에 대한 추정값을 나타내며, $\widehat{\epsilon_{t-i}}$는 잔차를 나타낸다. 모형의 시차는 Akaike 정보기준(AIC)이나 Schwartz 정보 기준(SIC)을 이용해 결정하는 경우가 대부분이다. $d>0$인 경우에는 y_t를 d차 차분한 $\Delta^d y_t$에 대해 모형을 추정한 후 $\Delta^d y_{t+1}$에 대한 예측값을 구한 후 필요 시 수준 변수에 대한 예측값을 계산한다.

다변량 모형(multivariate model) 중에서 가장 대표적인 두 모형은 ARDL 모형과 VAR 모형이다. 자기회귀시차분포(autoregressive distributed lag) 모형, 줄여서 ARDL(p,q) 모형은 다음과 같이 종속변수 자신의 과거 값들과 다른 변수의 과거 값들이 종속변수에 미치는 영향에 관한 단일식(single equation)으로 구성된다.

$$y_t=\mu+\sum_{i=1}^{p}\phi_i y_t+\sum_{i=1}^{q}\psi_i x_t+\epsilon_t \tag{3-6}$$

여기서, x_t는 y_t의 움직임을 예측하는 데 도움이 될 것으로 예상되는 예측변수(predictor)이다. 위의 식은 x_t의 시차항들만을 포함하고 있지만, x_t가 y_t에 대해 외생적이거나 약외생적인 경우에는 x_t의 현재 값도 포함할 수 있다.

이러한 ARDL(p,q) 모형에서 y_{t+1}에 대한 예측값 $\widehat{y_{t+1}}$은 다음과 같이 계산한다.

$$\widehat{y_{t+1}}=\hat{\mu}+\sum_{i=1}^{p}\hat{\phi}_i y_{t-i+1}+\sum_{i=1}^{q}\hat{\psi}_i x_{t-i+1} \tag{3-7}$$

모형의 시차는 AIC나 SIC를 이용해 결정한다.

VAR 모형, 즉 벡터자기회귀(vector autoregressive) 모형은 둘 이상의 시계열 각각을 종속변수로 하는 연립방정식 모형이다. 각 회귀식의 설명변수는 자기 자신과 다른 모든 변수들의 과거 값들이다. 모든 회귀식과 모든 변수들의 시차 길이는 동일하다. 구체적으로 변수의 수가 k이고 모형의 시차가 p인 VAR(p) 모형은 다음과 같은 구조를 갖는다.

$$Y_t = \mu + \sum_{i=1}^{p} \Phi_i Y_{t-i} + \epsilon_t \tag{3-8}$$

여기서, $Y_t = (y_{1t}, y_{2t}, \ldots, y_{kt})'$. 예컨대, Y_t가 y_t와 x_t의 두 변수로 구성되어 있고 모형의 시차가 $p=1$이면,

$$y_t = \mu_y + \phi_y y_{t-1} + \psi_y x_{t-1} + u_t$$
$$x_t = \mu_x + \phi_x y_{t-1} + \psi_x x_{t-1} + v_t$$

VAR 모형의 시차는 연립방정식 모형의 경우로 확장된 SIC와 AIC를 이용한다. 1시점 후 예측값 $\widehat{Y_{t+1}} = (\widehat{y_{1,t+1}}, \widehat{y_{2,t+1}}, \ldots, \widehat{y_{k,t+1}})'$는 다음과 같이 계산한다.

$$\widehat{Y_{t+1}} = \hat{\mu} + \sum_{i=1}^{p} \hat{\Phi}_i Y_{t-i+1} \tag{3-9}$$

지금까지는 1시점 후 예측의 경우만을 논의하였다. h 시점 후 예측을 할 경우에는 두 가지 방법을 이용할 수 있다. 첫 번째 방법은 $j=1$부터 $j=h-1$까지 종속변수의 $t+j$ 시점 예측값을 구한 후 이를 이용하여 $t+j+1$ 시점 예측값을 계산하는 절차를 반복하는 것이다. 이를 반복 예측(iterated forecasting)이라고 한다. 두 번째 방법은 모형 추정 단계에서 종속변수와 설명변수 간에 h만큼의 시차를 두고 예측모형을 추정하는 것이다. 이를 직접 예측(direct forecasting)이라고 한다. 만약 1시점 후 예측 모형에 설정 오류(misspecification error)가 없다면 반복 예측이 더 효율적(efficient)이다. 하지만, 모형 표기 오류가 존재하면 직접 예측이 더 강건(robust)하다. Marcellino et al.(2006)은 모형의 시차가 충분히 길면 반복 예측이 직접 예측보다 전반적으로

더 나은 성과를 보이고, 특히, 그러한 이점은 예측시계 h가 길수록 더 커진다는 결과를 제시하고 있다.

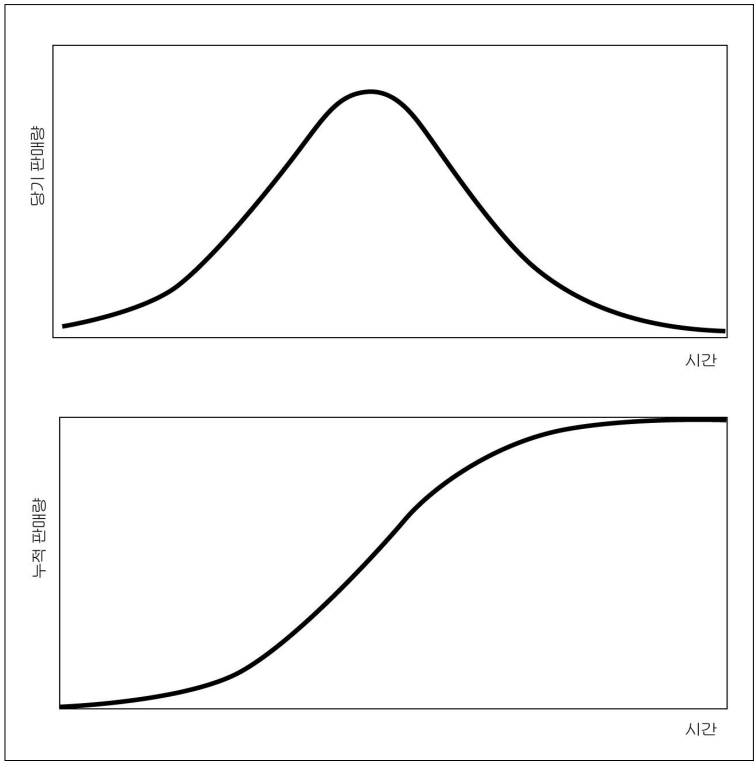
시계열 회귀 모형의 종류는 위에서 간략히 살펴본 모형들 외에도 무수히 많다. 시계열 변수들의 적분 및 공적분 특성을 고려한 오차수정모형(ECM; Engle and Yoo, 1987)과 벡터오차수정모형(VECM; Johansen, 1995), 조건부 변동성이 시간에 걸쳐 변화하는 ARCH 및 GARCH 모형(Engle, 1982; Bollerslev, 1986), TAR, STAR, MRS 등 다양한 비선형 시계열 회귀 모형(Tong, 1978; Teräsvirta, 1994; Hamilton, 1989), 구조변화 가능성을 고려한 예측 모형(Pesaran et al, 2006; Koop and Potter, 2007) 등이 큰 주목을 받고 있는 모형이다. 정보 통신 기술이 발달하고 데이터 이용 가능성이 급격히 증대되면서 다양한 모형에서 생성된 예측값들의 최적 결합 방법(forecast combination. Timmermann, 2006), 다양한 시계열 변수들의 동태적 공통 요인(dynamic factor)을 추출하여 예측에 활용하는 방법(Stock and Watson, 2002), 조사 및 발표 주기가 서로 다른 혼합주기자료(mixed frequency data)를 효율적으로 이용하는 예측력을 높이는 방법(Andreou el al., 2011) 등에 관한 연구도 매우 활발히 이루어지고 있다.

제 4 절 확산 모형

확산 모형(diffusion model)은 S자 곡선(S-shaped curve)을 생성하는 미분방정식을 이용하여 신제품 판매량의 시간에 걸친 변화 과정을 설명한다. 대부분의 확산 모형은 〔그림 3－3〕에 제시된 형태의 확산 경로를 생성한다. 첫 번째 그림에서 볼 수 있듯이, 당기 판매량(period-by-period sales)은 종 모양(bell-shaped)의 곡선을 따라 처음에는 지수적으로 증가하다가 어느 시점 이후에는 지수적으로 감소한다. 이러한 당기 판매량 변화 과정의 종 모양 특징으로 인해 누적 판매량(cumulative sales)은 S자 형태로 증가한다. 즉, 두 번째 그림에서 볼 수 있듯이, 제품 출시 후 초기에는 느린 속도로, 중기에는 빠른 속도로, 후기에는 다시 느린 속도로 증가한다.

확산 모형은 비교적 단순한 수학 방정식들로 구성되어 있음에도 불구하고 상당히 우수한 예측력을 갖는 것으로 보고되고 있다(Meade and Islam, 1995). 이 절에서는 곰페르츠 모형, 로지스틱 모형, 바스 모형 등 기본적 확산 모형들의 구조를 살펴본 후 그러한 기본적 모형의 확장 방향과 모수 추정 방법에 대해 논의한다.

〔그림 3－3〕 전형적 확산 곡선



자료: 저자가 직접 작성 하였음

1. 표준적 확산 모형

가. 곰페르츠 모형

곰페르츠(Gompertz) 확산 모형은 신제품 판매량의 시간에 따른 변화 패턴을 다음

과 같은 지수함수를 이용하여 설명한다(Gompertz, 1825).

$$Y(t) = Me^{-ae^{-bt}} \tag{3-10}$$

여기서, $Y(t)$는 t 시점까지의 누적 판매량이며, M은 신제품 판매량의 예상 포화수준(saturation level)이다.[5] a는 확산 곡선의 변곡점 발생 시점과 관련된 모수이며, b는 확산 속도를 결정하는 모수이다.

나. 로지스틱 모형

다양한 유형의 로지스틱 모형 중 기존 연구에서 가장 많이 이용된 모형은 다음과 같은 선형 로지스틱 모형이다(Griliches, 1957; Mansfield, 1961; Fisher and Pry, 1971).

$$Y(t) = \frac{M}{1+ae^{-bt}} \tag{3-11}$$

Bewley and Fiebig(1988)은 매우 다양한 형태의 로지스틱 모형을 자신의 특수한 경우로 포함하는 신축적 로지스틱(FLOG, flexible logistic) 모형을 제안하였다.

다. 바스 모형

Bass(1969)는 혁신자와 모방자로 이원화된 소비자 집단 내에서 신제품의 확산 과정을 설명하는 수학적 모형을 제안하였다. 혁신자의 소비는 제품 고유 속성, 자신의 혁신 의지, 또는 광고와 대중매체 같은 외부적 영향(external influence)에 의해 결정된다. 모방자(imitators)의 소비는 기존 소비자들을 모방하려는 욕구, 사용후기나 구전(word-of-mouth) 같은 소비자 간 내부적 영향(internal influence)에 의해 결정된다(Meade and Islam, 2006).

바스 모형에서 신제품의 확산 속도에 관한 미분방정식은 다음과 같다.

$$y(t) = \frac{dY(t)}{dt} = p(M - Y(t)) + q\frac{Y(t)}{M}(M - Y(t)) \tag{3-12}$$

---

5) 예상 포화수준은 내재적 상한(inherent upper limit), 잠재 수요(market potential), 또는 최대 확산 수준(maximum diffusion level)으로도 불린다.

여기서, $y(t)$는 당기 판매량이다. p는 혁신자들의 구입 성향을 나타내는 혁신계수(innovation coefficient)이다. 아직 신제품을 구입하지 않은 인원 $M-Y(t)$ 중에서 누적 판매량 $Y(t)$로부터의 영향을 받지 않고 신제품을 구입하는 인구 비율을 나타내기 때문이다. q는 모방자들의 구입 성향을 나타내는 모방계수(imitation coefficient)로서 누적 판매량 $Y(t)$로부터의 내부적 영향에 의해 신제품을 구입하는 인구 비율을 나타낸다.

어느 잠재적 소비자가 신제품을 t 시점에 구입할 확률을 $f(t)$라고 하고 $F(t)=Y(t)/M$이라고 하자. t 시점까지 신제품을 구입하지 않았던 소비자가 t 시점에 신제품을 구입할 확률을 의미하는 위험률(hazard rate)은 다음과 같다.

$$\frac{f(t)}{1-F(t)} = p+qF(t) \tag{3-13}$$

$F(0)=0$이라는 조건 하에서 이러한 미분방정식을 풀면 $F(t)$, $f(t)$, $Y(t)$, $y(t)$에 대한 해를 p와 q, M의 함수로 구할 수 있다.

2. 기본 모형의 확장

1950～60년대에 진행된 Griliches(1957), Mansfield(1961), Rogers(1962), Chow (1967), Bass(1969) 등의 연구 결과가 큰 주목을 받으면서 기본적 확산 모형의 엄밀함을 제고하고 다양한 상황에 대한 적용 가능성을 확대하려는 연구가 매우 활발하게 진행되었다. 몇 가지 주요 연구 방향을 정리하면 다음과 같다(Meade and Islam, 2006; Chandrasekaran Tellis, 2007).

가. 경제 환경 및 마케팅 변수의 역할

제품 가격, 광고 같은 마케팅 변수와 거시경제 환경 변수는 포화수준, 혁신계수, 모방계수에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 문제를 명시적으로 고려한 연구로는 Robinson and Lakhani(1975), Hosky and Simon(1983), Kalish(1985), Bass et al.(1994) 등이 있다.

예컨대, Bass et al.(1994)은 제품 가격과 광고가 위험률에 미치는 효과를 고려한 일반화된 바스 모형(GBM: generalized Bass model)을 제안하였다.

$$\frac{f(t)}{1-F(t)} = (p+qF(t))x(t) \tag{3-14}$$

여기서, $x(t)$는 아래와 같이 정의되는 당기 마케팅 노력(current marketing effort)이며,

$$x(t) = 1+\beta_1\frac{dPR(t)/dt}{PR(t)}+\beta_2\frac{dADV(t)/dt}{ADV(t)} \tag{3-15}$$

$PR(t)$는 신제품의 t 시점 가격을, $ADV(t)$는 광고비 지출을 나타낸다. Bass et al.(1994)은 이러한 일반화된 바스 모형이 표준적 바스 모형보다 더 나은 예측성과를 보인다는 결과를 제시하였다.

나. 교체 구매와 다량 구매

기본적 확산 모형은 내구재의 첫 번째 구매에만 초점을 둔다. 하지만, 실제 자료에서는 첫 번째 구매와 교체 구매(replacement purchase) 또는 업그레이드가 따로 구분되지 않는 경우가 많다. 특히, 신제품 확산 과정의 후기 단계로 갈수록 신규 구매보다는 교체 구매 비중이 증가할 가능성이 높다. 이러한 점을 고려하여 Olson and Choi(1985), Kamakura and Balasubramanian(1987), Steffens(2001)는 매 시점 신제품 누적 판매량의 일정 비율로 대체 구매가 일어나는 확산된 바스 모형을 제안하였다. 한편, Bayus et al.(1989)과 Steffens(2003)는 한 소비자가 한 번에 여러 대의 신제품을 구매할 수 있는 상황에서 신제품의 확산이 어떠한 패턴으로 이루어지는지를 분석하였다.

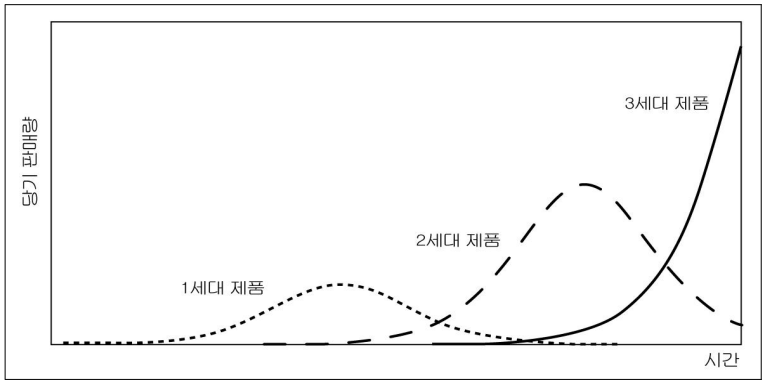
다. 제품 간 보완, 경쟁, 대체 관계

신제품의 등장은 기존 제품의 점유율 축소를 초래할 수도 있지만 추가적 수요를 창출하여 시장 규모 자체를 증대시킬 수도 있다. Mahajan et al.(1993)은 즉석카메라 시장에 코닥이 새로 진입하면서 폴라로이드의 잠재적 고객 30 퍼센트가 코닥으로 이동했지만 시장의 규모 또한 확대되었다는 결과를 제시하였다.

두 제품이 상호 보완 관계를 형성하면서 공확산(co-diffusion)되는 경우도 많다. CD와 CD 플레이어(Bayus, 1987), 범용상품부호(UPS: universal product code)와 스캐너(Bucklin and Sengupta, 1993), 디지털 TV와 디지털 프로그래밍(Gupta et al., 1999) 등이 대표적이다.

이전 세대 제품의 성능을 획기적으로 개선하면서 출현하는 신제품은 소비자들의 세대 간 이전과 시장 규모의 확대를 동시에 초래한다. 〔그림 3－4〕는 Norton and Bass(1987)가 제안한 모형에서 각 세대의 신제품들이 시간에 따라 어떻게 확산되어 가는지를 보여준다. Norton and Bass(1987)는 이러한 모형을 반도체 산업 성장 전망에 이용하였고, Norton and Bass(1992)는 유사한 모형을 이용해 전자산업, 제약산업 등의 확산 패턴을 분석하였다.

〔그림 3－4〕 고기술 신제품의 세대별 확산 과정: 전형적 패턴



3. 확산 모형의 추정 방법

확산 모형 계수들의 값을 구하는 첫 번째 방법은 계량경제 기법을 이용하는 것이다. Bass(1969)는 자신의 확산 모형을 이산적 형태로 변환한 후 최소제곱법(least squares)을 이용하여 모형의 모수들을 추정하였다. Schmittlein and Mahajan(1982)과 Srinivasan and Mason(1986)은 각각 최대우도법(MLE: maximum likelihood estimation)

과 비선형 최소제곱법(NLS: non-linear least squares)을 이용할 것으로 제안하였다. Venkatesan et al.(2004)은 유전자 알고리즘(genetic algorithm)을 이용해 바스 모형을 추정할 것을 제안하였고, Xie et al.(1997)은 모형의 모수가 시간에 걸쳐 변화하는 바스 확산 모형을 칼만 필터를 이용해 추정할 것을 제안하였다.

이러한 계량경제 기법의 결정적 한계는 자료의 수가 충분치 않으면 모형의 추정 자체가 불가능하거나 추정이 가능하더라도 신뢰하기 어려운 결과를 산출한다는 것이다. 물론 편향된 계수 추정 값에 근거한 전망 값도 설득력을 갖기가 어렵다.

출시 전 제품이나 자료의 수가 매우 제한적인 신제품의 경우에는 유사 제품의 과거 판매 자료를 이용하는 역사적 유추법(historical analogy)을 활용할 수 있다. Bayus (1993)는 고화질(HD) TV 출시 전 상황에서 해당 제품의 수요 예측을 위해 미국 가전 제품들의 역사적 자료를 이용하여 바스 확산 모형의 모수를 추정하였다. 신제품과 기존 제품 간 유사성은 수요 특성, 가격 추세, 생산 비용 특성을 고려하는 제품구분법(product segmentation scheme)을 이용해 평가하였다.

메타 분석(meta analysis) 결과도 유용할 수 있다. 메타 분석은 기존 문헌 검토를 통해 확산 모형 모수들의 조건부 기초 통계량을 구하고 제품의 유형, 모형 표기, 모형 추정 방법, 경제 상황 등이 확산 모형 모수들에 미치는 영향을 규명하는 정량적 문헌 연구 방법이다. Sultan et al.(1990)과 Van den Bulte and Stremersch(2004)는 각각 213개와 746개의 확산 모형 추정 결과를 종합하여 확산 모형 모수들의 특징을 분석하였다. 특히, Sultan et al.(1990)은 자신들의 메타 분석을 통해 구한 혁신계수와 모방계수 추정 값을 바스 확산 모형에 적용하여 미국의 에어컨 성장 경로를 예측하였다.

전문가 의견 및 소비자 설문조사를 이용해 확산 모형의 모수를 추정할 수도 있다. Bass et al.(2001)은 미국에서 위성 TV 사업이 이제 막 시작 단계에 들어선 시점에 향후 5년 간 가입자 수를 예측하기 위하여 역사적 유추법과 잠재적 소비자 선호도 조사(컨조인트 분석)를 결합하여 바스 모형의 확산 모수를 추정하였다. Rao and Yamada(1988)는 처방약의 속성에 대한 의사들의 인식 조사 결과를 바탕으로 처방약 성장 경로 예측을 위한 바스 모형의 모수를 추정하였다. Lee et al.(2006)은 컨조인트

분석을 통해 상품 속성(화질과 비용 등)에 관한 소비자들의 선호도를 조사하여 한국 대형 TV 시장 수요 예측을 위한 Bass 모형의 확산 모수를 추정하였다. Orbach and Fruchter(2011)는 하이브리드/전기차 수요 전망 모형의 모수를 추정하기 위해 자동차 산업 전문가 설문조사 결과를 이용하였다.

제5절 소 결

이 장은 현재 학계와 업계에서 자주 이용되고 있는 다양한 예측 방법들의 특징을 살펴보았다. 시사점은 다음과 같다.

첫째, 전망 절차가 투명하고 체계적이어야 한다. 현재 ICT 신산업 전망을 수행하고 있는 국내외 기관들 중에서 전망 방법을 공개하고 있는 기관은 매우 드물다. 전망 모형을 공개하지 않으면 전망 결과의 신뢰성을 합리적으로 판단하기가 어렵다. 특히, 기관별 전망 결과가 상이할 경우 차이의 원인을 이해할 수 없고 어느 기관의 전망 결과를 신뢰해야 하는지도 결정할 수 없다. 전망 절차의 투명성은 체계적 예측 오차의 위험을 줄이고 모형의 예측력을 개선하는 데도 중요하다.

둘째, 클라우드, 빅데이터, 사물인터넷 등 ICT 신산업은 아직 성장 초기 단계에 있기 때문에 축적된 자료가 많지 않다. 시계열 기법과 계량경제 기법에 근거한 확산 모형은 적용하기가 어렵다. 판단 기반 방법을 통해 모형의 모수들을 추정하는 확산 모형을 이용하는 것이 적절하다.

셋째, 확산 모형 중에서는 표준적 형태의 모형을 이용하기보다는 정책 및 경제 환경 변수와 기업 전략 변수의 역할을 고려하는 확장된 모형을 이용할 필요가 있다. ICT 신제품 고유의 라이프 사이클(life cycle)과 교체 구매 패턴도 반영해야 할 것이다. 특히, 클라우드, 빅데이터, 사물인터넷 등이 어떠한 다른 기술들과 보완, 경쟁, 대체 관계에 있는지를 정확히 파악하여 각 산업의 상황에 적합한 모형을 선택해야 한다. 역사적 유추법과 메타 분석 등을 통해 모형의 모수를 추정할 경우 다양한 유형의 상품분류법과 클러스터 기법을 적극적으로 이용할 필요가 있다.

제 4 장 우리나라 ICT 신산업 성장 전망

제 1 절 개 요

ICT 신산업 성장 경로에 대한 예상은 기업의 생산, 투자, 고용 전략과 정부의 정책 결정에 중대한 영향을 미친다. 현재 일부 기관에서 ICT 신산업의 시장 규모에 대한 전망 결과를 발표하고 있지만, 그러한 결과가 구체적으로 어떠한 방식으로 산출되었는지를 명시적으로 설명하지 않는 경우도 많고, 전망 방식의 이론적, 통계적 엄밀성이 미흡한 경우도 많다. 명확한 이론적, 통계적 체계에 근거하지 않은 전망 결과는 신뢰하기가 어렵고, 예측 오차가 발생하더라도 그러한 오류가 발생한 원인을 파악해 해결책을 마련하기가 쉽지 않다. 본 연구의 목적은 빅데이터, 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅 등 우리나라 ICT 신산업 상황에 적합한 성장 전망 모형을 구축하고 중장기 전망 결과를 제시하려는 것이다.

본 연구는 Bass(1969) 확산모형(diffusion model)을 이용해 ICT 신산업을 전망한다. Bass 확산모형은 S자 곡선(S-shaped curve)을 생성하는 미분방정식을 이용하여 신제품 판매량의 시간에 걸친 변화 과정을 설명하는 모형이다(황선웅, 2016). 혁신자(innovator)로 불리는 일부 소비자들은 자기 자신의 기호나 그에 영향을 미치는 광고 등의 외부적 영향에 의해 신제품을 구입하며, 모방자(imitator)로 불리는 나머지 소비자들은 소비자 간 내부적 영향에 의해 신제품을 구입한다고 가정한다. Bass 확산모형의 장점은 모형의 구조가 간단하고, 논리적이며, 여러 경험적 연구를 통해 우수한 예측력이 밝혀져 있다는 것이다.

Bass 확산모형을 이용해 신산업 규모를 전망하기 위해서는 혁신계수, 모방계수, 시장 포화수준 등을 추정해야 한다. 문제는 시계열 자료의 길이가 짧은 도입 초기 상품, 또는 시계열 자료 자체가 부재한 출시 전 상품의 경우에는 과거 자료를 이용

해 모형의 계수 값을 추정할 수가 없다는 것이다.

이처럼 축적된 시계열 자료가 부족한 경우에 대안적으로 이용할 수 있는 방법 중 하나는 기존 산업의 혁신계수와 모방계수를 활용하는 것이다. 본 연구는 이러한 유추법(analogy)을 이용한다. 구체적으로, 본 연구는 국내외 22개 논문, 162개 추정 결과로부터 구한 7개 기존 산업들의 혁신계수와 모방계수를 가중 평균하여 ICT 신산업의 혁신계수와 모방계수를 구한다. 각 기존 산업에 대한 가중치는 이들이 미국, 유럽, 일본의 특허 서류에서 ICT 신산업과 함께 언급되는 비율(co-citation ratio)을 이용한다.

빅데이터 산업은, 아직 도입 초기이기는 하지만, 약간의 시계열 자료가 축적되어 있다. 따라서, 관측된 초기 성장 경로를 무시하고 유추법에 의한 전망 결과에만 의존하는 것이 바람직하지 않다. 본 연구는 이러한 빅데이터 산업에 대해서는 유추법에 의한 전망치와 회귀분석 방법에 의한 전망치를 가중 평균한 결합 전망치(combined forecasts)도 제시한다. 이러한 방식의 ICT 신산업 전망은 국내 뿐 아니라 외국에도 선례가 없다는 점에서 실용적 관점 뿐 아니라 학술적 관점에서도 의의가 있다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제 2절은 분석 방법론을 설명한다. 제 3절은 자료를 설명하고, 제 4절은 실증 결과를 제시한다. 제 5절은 결론을 제시한다.

제 2 절 분석 방법론

1. Bass 모형

Bass 확산모형은 신제품 소비량 변화를 혁신자들에 의한 부분과 모방자들에 의한 부분으로 구분한다. 혁신자들의 소비는 신제품 본래의 특징과 광고 같은 외부적 영향(external influence)에 의해 결정된다. 경제 내에서 얼마나 많은 다른 이들이 동일한 재화를 소비했냐는 것은 혁신자들의 소비에 영향을 미치지 않는다. 반면, 모방자

의 소비는 내부적 영향(internal influence)에 의해 결정된다. 즉, 이들의 소비는 시장 포화수준 대비 재화 소비량 비율로부터 정(+)의 영향을 받는다.

구체적으로, Bass 확산모형은 다음과 같은 차분방정식으로 나타낼 수 있다.[6)]

$$\Delta Y_t = p(m - Y_{t-1}) + q\frac{Y_{t-1}}{m}(m - Y_{t-1}) \tag{4-1}$$

여기서, Y_t는 t 년도 매출액을, p는 혁신계수(innovation coefficient)를, q는 모방계수(imitation coefficient)를, m은 시장 포화수준(market saturation level)을 나타낸다. ΔY_t는 전년 대비 올해의 매출액 변화로 $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$이다. 우변의 첫 번째 항은 혁신자들에 의한 매출액 변화분이며 두 번째 항은 모방자들에 의한 매출액 변화분이다.

위의 식은 다음과 같이 나타낼 수도 있다.

$$\Delta Y_t = a + bY_{t-1} + cY_{t-1}^2 \tag{4-2}$$

여기서,

$$p = a/m \tag{4-3}$$

$$q = -cm \tag{4-4}$$

$$m = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2c} \tag{4-5}$$

2. Bass 모형의 추정

Basss 모형의 계수들은 다음과 같은 두 가지 접근법을 이용해 추정할 수 있다. 첫 째 방법은 해당 신산업의 과거 시계열 자료로부터 추정하는 것이다. Bass(1969)가

6) 아래의 식은 이산시간(discrete time)을 가정한다. 연속시간(continuous time)을 가정할 때는 미분방정식을 이용한다. 자세한 설명은 황선웅(2016)을 참조하라.

제안한 것처럼 식(2)의 모수 a, b, c를 통상최소제곱법(OLS: ordinary least squares)로 추정한 후 식(3), (4), (5)를 이용해 p, q, m을 계산하거나, Srinivasan and Mason(1986)이 제안한 것처럼 비선형최소제곱법(NLS: nonlinear least squares)을 이용해 식(1)의 p, q, m을 직접 추정할 수 있다.[7] 소비자 또는 전문가 설문조사 등을 통해 시장 포화수준 m을 미리 정한 후 혁신계수 p와 모방계수 q만 과거 시계열 자료로부터 추정하는 방법도 자주 이용된다(김철완 외, 2001).

이러한 접근법은 일정 길이 이상의 시계열 자료가 있을 때만 적용이 가능하며 관측치의 수가 많아야 추정 결과를 신뢰할 수 있다. 관측치의 수가 충분하지 않은 경우에는 혁신계수 p와 모방계수 q가 0보다 작거나 1보다 큰 값으로 추정되는 등 Bass 모형의 논리에 배치되는 결과가 산출되기도 한다.[8]

둘째 방법은 해당 신산업 시계열 자료가 아닌 다른 정보를 이용하는 것이다. 시계열 자료가 충분히 축적되지 않은 도입 초기 상품이나 시계열 자료가 부재한 출시 전 상품의 경우에는 이러한 두 번째 접근법을 이용할 수밖에 없다.

한 가지 방법은 소비자와 공급자, 전문가 등에게 신제품 선호도나 산업 성장 전망 등을 직접 묻는 것이다. 이는 가장 손쉬운 방법이지만 표본 구성 및 설문조사 방법에 따라 전망 결과가 크게 달라질 수 있다는 한계를 갖는다. 인간 심리와 인지 능력에 내재된 편향(psychological and cognitive bias) 위험에 취약하며, 체계적 예측 오차가 발생하더라도 원인을 찾아내 해결책을 마련하기도 쉽지 않다.

대안적 방법은 시계열 자료가 충분히 축적된 유사 산업의 과거 성장 경험을 참고하여 신산업의 성장 경로에 대한 기대(expectation)를 형성하는 것이다. 이러한 유추법을 이용해 Bass 확산모형의 계수를 추정하고 신산업 전망을 수행한 예로는 Thomas(1985), Easingwood(1989), Bayus(1993), Bass et al.(2001), Goodwin et al.

---

7) 최대우도추정법(MLE: maximum likelihood estimation)이나 유전자 알고리즘(GA: genetic algorithm)을 이용할 수도 있다. 자세한 내용은 황선웅(2016)을 참조하라.

8) $p, q < 0$이면 가입자수가 0이 될 수도 있으며, $p, q > 1$이면 가입자수가 포화치를 능가할 수 있다.

(2013), Lee et al.(2014), Pandey et al.(2014), 김철완 외(2001), 송영화・한현수(2005), 채아롬 외(2011) 등이 있다.

예컨대, Bass et al.(2001)은 경영자 설문조사를 통해 위성TV의 유사 상품으로 케이블TV를 선택한 후 1980년대 케이블TV 혁신계수와 모방계수를 이용하여 1990년대 위성TV 가입자수를 전망했다. Thomas(1985)와 Bayus(1993) 등은 기존 제품들의 혁신계수와 모방계수를 가중 평균하여 신제품의 혁신계수와 모방계수를 추정했다. 가중치는 신상품과 유사성이 높은 산업에 더 큰 값을 부여하였다. 유추법을 이용해 Bass 모형의 계수를 추정한 사례는 국내 연구에서도 찾아볼 수 있다. 김철완 외(2001)는 인터넷 가입자수 예측을 위해 혁신계수는 기존 전자제품들의 혁신계수 평균을, 모방계수는 컬러TV 모방계수에 7.678을 곱한 값을 이용했다. 송영화・한현수(2005)는 이동전화서비스의 혁신계수와 모방계수를 이용하여 위성DMB 가입자수를 예측했고, 채아롬 외(2011)는 일본 하이브리드 자동차의 혁신계수와 모방계수를 이용해 국내 전기자동차 수요를 예측했다.

본 연구는 다음과 같은 방법으로 ICT 신산업의 혁신계수와 모방계수를 추정한다.

$$p = \sum_{i=1}^{n} w_i p_i, \tag{4-6}$$

$$q = \sum_{i=1}^{n} w_i q_i, \tag{4-7}$$

여기서, p_i와 q_i는 i 번째 유사 산업의 혁신계수와 모방계수이며, w_i는 해당 산업에 대한 가중치이다. 이러한 유사 산업 혁신계수와 모방계수는 기존 연구의 추정 결과를 이용한다. 가중치 w_i는 각 유사 산업이 미국, 유럽, 일본의 특허 서류에서 ICT 신산업과 함께 언급되는 비율(co-citation ratio)을 이용한다. 자세한 내용은 다음 절에서 설명한다.

본 연구의 방법을 이용하면 아무런 과거 자료가 없는 신산업의 경우에도 중장기 성장 경로에 대한 사전적 기대(prior expecation)를 형성할 수 있다. 하지만, 어느 정

도 과거 자료가 축적된 산업의 경우에는 관측된 초기 성장 경로에 기초하여 유추법에 의한 사전적 믿음을 조정하는 전략이 예측력을 높이는 데 도움이 될 수 있다. 사물인터넷 산업과 클라우드 산업의 경우에는 과거 자료가 부족해 유추법을 이용할 수밖에 없지만, 빅데이터 산업의 경우에는 2010년부터 2015년까지 6개년에 걸친 시계열 자료가 존재하기 때문에 회귀분석을 통한 모수 추정 및 전망도 가능하다. 따라서, 유추법에 의한 예측치와 회귀분석에 의한 예측치를 가중 평균한 결합 예측치도 계산할 수 있다. 이를 위해 혁신계수와 모방계수를 다음과 같이 계산한다.

$$p = v_a p_a + v_b p_b, \tag{4-8}$$

$$q = v_a q_a + v_b q_b, \tag{4-9}$$

여기서, p_a와 q_a는 유추법에 의한 혁신계수와 모방계수 추정값을, p_b와 q_b는 비선형최소제곱법(NLS)을 통해 구한 혁신계수와 모방계수 추정값을 나타낸다. v_a와 v_b는 유추법 추정값과 비선형최소제곱 추정값에 부여되는 가중치로서 다음과 같이 계산한다.

$$v_a = \frac{\sigma_a^{-1}}{\sigma_a^{-1} + \sigma_b^{-1}} \tag{4-10}$$

$$v_b = 1 - v_a \tag{4-11}$$

여기서, σ_a는 유추법 추정값의 표준편차를, σ_b는 비선형최소제곱 추정값의 표준오차를 나타낸다. 위의 식은 추정 결과의 불확실성이 작은 방법에 더 큰 가중치를 부여한다. 이러한 본 연구의 방법은 Bayesian update 전략과 유사하게 자료 관측 전 유추법을 통해 형성한 위계적 사전 믿음(hierarchical prior belief)을 자료 관측 후 비선형최소제곱 추정값을 이용해 업데이트하는 방법이라고 할 수 있다.

제3절 자 료

1. ICT 신산업 자료

ICT 신산업으로는 빅데이터, 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅 산업을 고려한다. 빅데이터 산업의 경우 2010년～2012년의 자료는 한국과학기술정보연구원(2013) 자료를, 2013년～2015년 자료는 한국정보화진흥원(2015) 자료를 이용한다. 사물인터넷 시장 규모는 정보통신산업진흥원(2015a)의 2014년～2015년 내수액 자료를 이용한다. 클라우드 산업 자료는 김창훈(2016)에서 제시된 KRG(Knowledge Research Group) 자료를 이용한다. 표본기간은 2012년～2015년이다. 〈표 4－1〉은 이들 ICT 신산업의 연도별 시장 규모를 보여준다.

〈표 4－1〉 국내 ICT 신산업 시장 규모

(단위: 억원)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
빅데이터	715	794	1,222	1,643	2,013	2,623
사물인터넷	－	－	－	－	32,046	35,379
클라우드	－	－	3,494	4,544	5,668	6,774

자료: 빅데이터 시장 규모 관련 2010～2012년 자료는 한국과학기술정보연구원(2013), 2013～2015년 자료는 한국정보화진흥원(2015) 자료를 이용, 클라우드 컴퓨팅 시장 규모는 김창훈(2016)에 제시된 KRG 자료를 이용, 사물인터넷 시장 규모는 정보통신산업진흥원(2015a) 자료를 이용

2. 기존 산업들의 혁신계수와 모방계수

기존 산업들의 혁신계수와 모방계수는 선행 논문들의 추정 결과를 이용한다. 이를 위해 Google 학술검색창(scholar.google.com)에 “‘Bass 1969,” 정보통신, 확산’이라는 단어들을 입력하여 총 75개의 논문을 발견했다. 그 중 Bass 모형의 혁신계수와 모방계수를 실제로 추정한 논문들을 선별하였고, 각 논문의 참고문헌 리스트를 통해 추가적 논문들을 찾았다. 이러한 과정을 거쳐 총 22개 논문, 162개 추정 결과를

구했다. 〈표 4－2〉는 본 연구에서 고려한 선행 논문들의 리스트와 각 논문의 대분류, 소분류 산업 및 Bass 모형 추정 방법을 보여준다.

본 연구는 한국표준산업분류(KSIC-9)와 국제특허분류(IPC2016.01)를 참고하여 기존 논문에서 등장하는 다양한 소분류 산업들을 7개 대분류 산업으로 재분류했다. 본 연구의 7개 대분류 산업은 가정용 기기, 광학・의료기기, 유선통신, 무선통신, 영상・음향기기, 자동차, 컴퓨터이다. 〈표 4－3〉은 각 대분류 산업이 어떠한 소분류 산업들을 포함하고 있는지를 보여준다.

〈표 4－2〉 확산모형 이용한 선행 연구

연구자	대분류 산업	소분류 산업	추정방법
김철완 외 (2001)	유선통신	인터넷서비스	OLS
이홍재 외 (2000)	무선통신	이동전화	OLS
김선경(1995)	유선통신, 무선통신, 영상・음향기기, 컴퓨터	유선일반전화, 무선호출, 이동전화, 칼라TV, VTR, Stereo, 팩스, PC	OLS
송영화・한현수 (2005)	무선통신	이동전화	NLS
김문수・김호 (2003)	유선통신, 무선통신	유선일반전화, 공중전화, 무선호출, 온라인DB, 신용카드조회시스템	NLS
김문수・김호 (2006)	유선통신	팩스	NLS
홍정식 외 (2011)	광학・의료기기, 영상・음향기기, 자동차, 무선통신	MRI, CT, CATV, 자동차, 이동전화, 초음파영상기	OLS, NLS, Hybrid, Satoh
안춘수・강신원 (2007)	무선통신	음성통화서비스, 메시지서비스	OLS
이종수 외 (2004)	영상・음향기기	차세대대형TV	OLS

연구자	대분류 산업	소분류 산업	추정방법
채아롬 외 (2011)	자동차	하이브리드자동차, 전기자동차	OLS
Jun et al. (2000)	무선통신	이동전화	OLS
홍정식 외 (2008)	광학・의료기기	초음파영상기, CT, MRI, 유방형촬영기	MLE, OLS
한창희 외 (2012)	무선통신, 유선통신	이동전화, 초고속인터넷, PSTN, VolP, xDSL, LAN, HFC, FTTF, 유선전화	NLS
전덕빈 외 (2002)	무선통신	이동전화	NLS
최재형 외 (2009)	영향・음향기기	IPTV	NLS
박윤서(2005)	무선통신	무선인터넷, 이동전화	NLS
정우수 외 (2006)	영상・음향기기	디지털TV	설문조사
이군희(2006)	가정용 기기, 광학・의료기기, 영상・음향기기, 자동차, 컴퓨터, 무선통신, 유선통신	가스레인지, 오븐, 냉장고, 세탁기, 디지털카메라, 전기밥솥, 전자레인지, 프로젝션TV, DVD 플레이어, VCR, MP3플레이어, 초음파영상기, 치과용 진료대, 자동차, 모니터, 컴퓨터, 프린터, PC통신	NLS
Lee et al. (2015)	무선통신	이동전화	NLS
Song et al. (2015)	무선통신	WiBro, 이동통신	NLS, 유추법
Kim & Song (2002)	무선통신, 유선통신	무선인터넷, ADSL, 무선LAN	유추법
Pae & Lehmann (2003)	컴퓨터, 영상・음향기기	DRAM, Mainframe, Floppy drive, Hard drive, PC, TV, 음향기기	NLS

주: Bass 확산모형을 이용하여 기존 산업들의 혁신계수와 모방계수를 추정한 선행 논문들을 보여줌

〈표 4－3〉 대분류 산업 정의

대분류 산업	소분류 산업
가정용 기기	가스레인지, 전자레인지, 냉장고(김치, 소형/중형/대형), 오븐, 세탁기, 전기밥솥
광학・의료기기	디지털카메라, MRI, CT, 초음파영상기, 유방형촬영장치, 치과용진료대
유선통신	유선인터넷서비스, 유선일반전화, 공중전화, 팩스, PC통신, ADSL, 케이블모뎀, 인터넷뱅킹, 전용회선, 온라인증권계좌, Dial-Up, 신용카드조회서비스, 컴퓨터예약서비스, EDI, 초고속인터넷서비스, PSTN, VolP, LAN, HFC, 온라인DB
무선통신	이동전화, 음성통화서비스, 메시지서비스, 무선인터넷서비스, FTTF, WiBro, 무선LAN, 무선호출
영상・음향기기	텔레비전(흑백/칼라, 차세대 대형, 디지털, 프로젝션, IP), VTR, VCR, Stereo, DVD 플레이어, MP3 플레이어, Turntable, LP, Tape Deck, Tape, CD 플레이어
자동차	승용차, 승합차, 이륜차, 화물차, 하이브리드자동차, 전기자동차
컴퓨터	PC, 액정모니터, 컴퓨터본체, 프린터, 휴대용컴퓨터, CRT모니터, DRAM, Mainframe, Floppy drive, Hard drive

주: 선행 논문들에서 등장하는 세부 산업들을 7개 대분류 산업으로 재분류한 결과임

3. 특허 자료

본 연구는 기존 산업들의 혁신계수 및 모방계수 추정값을 가중 평균하여 ICT 신산업의 혁신계수와 모방계수를 계산한다. 가중치는 ICT 신산업과 유사성이 높은 산업에 큰 값을 부여한다. 이를 위해 각 기존 산업이 미국, 유럽, 일본의 특허 서류에서 ICT 신산업과 함께 얼마나 빈번하게 언급되는지를 분석하였다.

이러한 공－언급(co-citation) 빈도 검색을 위한 DB는 한국특허정보원 특허정보넷 KIPRIS(www.kipris.or.kr)의 해외특허 DB를 이용했다. 이 DB는 미국, 유럽, 일본에서 등록된 총 28,457,346개의 특허 문서의 디지털 정보를 제공한다.[9] 검색 창에 예컨대 (빅데이터)*(가정기기) 등을 입력하면 이들 두 산업이 얼마나 많은 특허 문서에서

9) 2016년 11월 16일 현재 미국은 10,297,678개, 유럽은 3,241,930개, 일본은 14,917,783개이다.

동시에 언급되는지를 알려 준다.[10] 빅데이터 산업에 대한 가정용 기기 산업의 가중치는 두 산업의 언급 빈도를 빅데이터 산업과 7개 대분류 산업이 함께 언급된 총 빈도로 나누어 계산한다.

제4절 실증 결과

1. 기존 산업들의 혁신계수와 모방계수

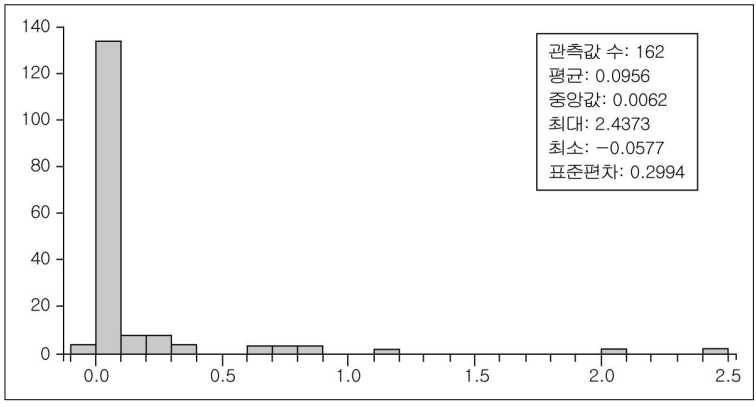
〔그림 4－1〕은 기존 산업 혁신계수와 모방계수 추정값이 어떻게 분포해 있는지를 보여준다. 두 경우 모두 대부분의 논문은 0에 가까운 값을 제시하지만 일부 논문은 매우 크거나 작은 값을 제시하는 경우도 있음을 알 수 있다. 본 연구는 이러한 이상치(outlier)들로 인해 분석 결과가 왜곡되는 것을 방지하기 위해 7개 대분류 산업별 중앙값(median)을 기존 산업 혁신계수 p_i와 모방계수 q_i로 이용한다.

〈표 4－4〉는 각 대분류 산업별로 개별 추정값들의 중앙값을 구한 결과를 보여준다. 혁신계수는 무선통신(0.0119), 광학・의료기기(0.0107), 컴퓨터(0.0074), 영상・음향기기(0.0042), 유선통신(0.0015) 순으로 높다. 가정용 기기(0.0009)와 자동차(0.0007)는 혁신계수가 다른 산업보다 훨씬 낮다. 모방계수는 유선통신(0.7617), 컴퓨터(0.6468), 무선통신(0.5452), 영상・음향기기(0.2637), 광학・의료기기(0.2062)의 순으로 높다. 모방계수의 경우에도 자동차(0.1856)와 가정용 기기(0.0792)의 추정값이 가장 낮다.

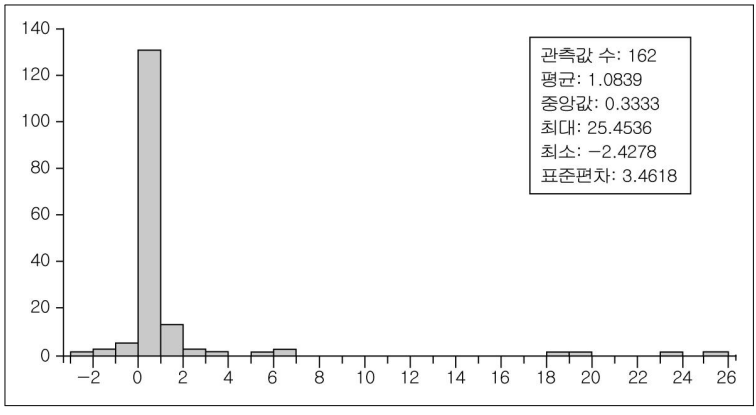
10) 한글 검색어를 영어로 자동변환하는 기능을 이용하였다.

〔그림 4－1〕 혁신계수와 모방계수 분포

a) 혁신계수



b) 모방계수



주: 22개 선행 논문들에 제시된 162개 혁신계수, 모방계수 추정값의 분포를 보여줌

〈표 4－4〉 기존 산업의 혁신계수와 모방계수

	혁신계수(p_i)	모방계수(q_i)
가정용 기기	0.0009	0.0792
광학・의료기기	0.0107	0.2062
유선통신	0.0015	0.7617
무선통신	0.0119	0.5452
영상・음향기기	0.0042	0.2637
자동차	0.0007	0.1856
컴퓨터	0.0074	0.6468

주: 선행 연구에서 제시된 개별 추정값들의 각 대분류 산업별 중앙값을 보여줌

2. 기존 산업과 ICT 신산업의 연관성

〈표 4－5〉는 미국, 유럽, 일본의 특허 문서에서 각 대분류 기존 산업이 ICT 신산업과 얼마나 자주 함께 언급되는지를 보여준다. 빅데이터 산업과 가장 자주 함께 언급된 기존 산업은 컴퓨터(31.9%)이다. 그 다음은 영상・음향기기(14.4%), 무선통신(14.1%), 광학・의료기기(12.1%), 유선통신(12.0%)의 순이다. 사물인터넷, 클라우드 산업의 경우에도 가장 자주 함께 언급되는 기존 산업은 컴퓨터(각각 23.0%와 26.7%)이다. 나머지 기존 산업의 순서는 빅데이터의 경우와 약간 차이를 보인다. 예컨대, 클라우드의 경우에는 영상・음향기기(17.3%)보다 무선통신(17.8%)과 함께 언급되는 경우가 많다. 사물인터넷의 경우에는 상대적으로 자동차(21.3%)와 함께 언급되는 경우가 많다.

〈표 4－5〉 기존 산업과 ICT 신산업의 동시 언급 빈도

(단위: 건, %)

	빅데이터		사물인터넷		클라우드	
	건수	비율(w_i)	건수	비율(w_i)	건수	비율(w_i)
가정용 기기	20,002	(0.082)	3,092	(0.095)	46,696	(0.079)
광학・의료기기	29,357	(0.121)	2,140	(0.066)	63,397	(0.107)
유선통신	29,189	(0.120)	4,471	(0.137)	87,790	(0.148)
무선통신	34,333	(0.141)	3,725	(0.115)	105,320	(0.178)
영상・음향기기	35,024	(0.144)	4,688	(0.144)	102,349	(0.173)
자동차	17,890	(0.073)	6,924	(0.213)	27,967	(0.047)
컴퓨터	77,699	(0.319)	7,484	(0.230)	157,840	(0.267)
계	243,494	(1.000)	32,524	(1.000)	591,359	(1.000)

주: 각 기존 산업이 미국, 유럽, 일본의 특허 문서에서 ICT 신산업과 얼마나 자주 함께 언급되는지를 보여줌

3. ICT 신산업 시장 규모 전망 결과

〈표 4－6〉은 유추법을 이용해 ICT 신산업의 혁신계수와 모방계수를 추정한 결과를 보여준다. 즉, 이 표의 결과는 〈표 4－4〉의 기존 산업 계수 추정값 p_i 및 q_i와 〈표 4－5〉의 기존 산업별 가중치 w_i를 이용해 식 (6)과 (7)의 가중 평균을 구한 결과이다. 전체적으로 세 산업 간의 차이는 크지 않다. 혁신계수는 빅데이터 산업이 0.006, 사물인터넷 산업이 0.005, 클라우드 산업이 0.006이다. 모방계수는 빅데이터 산업이 0.458, 사물인터넷 산업이 0.415, 클라우드 산업이 0.466이다.

〈표 4－7〉은 2010년～2015년의 자료를 이용하여 빅데이터 산업의 혁신계수와 모방계수, 포화수준을 통상최소제곱법(OLS)과 비선형최소제곱법(NLS)으로 추정한 결과를 보여준다. 혁신계수와 모방계수는 OLS와 NLS 간 차이가 크지 않다. 두 방법 모두 유추법에 의한 추정값보다 조금 작은 값을 추정했다. 시장 포화수준은 OLS가 2조 1,753억원, NLS가 1조 4,754억원으로 두 방법 간에 상당한 차이가 있다.

이러한 다양한 결과들 중에서 어떠한 결과를 신뢰해야 할까? 각 방법 모두 나름의 장점과 단점이 있다. 유추법의 장점은 유사 산업들의 성장 곡선이 비슷한 패턴을 보이는 경우가 많다는 사실(Norton and Bass, 1987; Pae and Lehmann, 2003)을 고려하여 기존 산업들 성장 과정에서 공통적으로 나타난 패턴을 신산업 성장 전망에 반영한다는 것이다. 단점은 신산업의 초기 관측값을 고려하지 않는다는 것이다. 하지만, OLS와 NLS처럼 유사 산업의 일반적 성장 패턴은 고려하지 않고 신산업의 초기 관측치에만 의존하는 것도 문제가 있다. 시계열의 길이가 짧기 때문에 추정 결과의 불확실성이 클 뿐 아니라 새로운 자료가 입수될 때마다 계수 추정값이 큰 폭으로 변할 가능성이 높기 때문이다. 따라서, 어느 한 방법에만 전적으로 의존하기보다는 상이한 방법들의 결과를 가중 평균해서 이용하는 것이 전망의 정확성과 안정성을 높이는 데 도움이 될 수 있다. 〈표 4－7〉의 마지막 열은 식(4-8)～(4-11)에서 설명한 유사(pseudo) Bayesian update 방식을 이용하여 유추법의 추정값을 NLS 추정값으로 조정한 결과를 보여준다.[11)]

〔그림 4－2〕는 각 방법의 계수 추정값을 Bass 모형에 대입하여 2025년까지의 빅데이터 시장 규모를 전망한 결과를 보여준다. 초기에는 완만하게 증가하다가 어느 시점 이후 빠른 속도로 증가하고 다시 완만한 속도로 증가하는 S-자 성장 곡선이 관찰된다. 유추법-NLS 가중평균법의 결과에 의하면 대략 2018년～2020년 사이에 가장 큰 폭으로 증가하고, 2020년 초에는 성장 속도가 다시 느려지며, 2020년대 후반이 되면 시장 잠재규모인 1조 5천억원대에 접어들 것으로 전망된다.

〔그림 4－3〕～〔그림 4－5〕는 국내 빅데이터 산업, 사물인터넷 산업, 클라우드 산업의 2016～2020년 시장 규모를 전망한 결과를 보여준다. 빅데이터 산업은 유추법-NLS 가중 평균법에 의한 결과이다. 사물인터넷 산업과 클라우드 산업은 유추법에 의한 결과이다. 실선은 앞서 설명한 대로 신산업 혁신계수와 모방계수를 구할 때 기존의 대분류 산업별로 개별 추정값들의 중앙값을 이용한 결과이다. 음영은 중앙값

11) 유추법의 시장 포화수준은 OLS 결과와 NLS 결과의 평균을 이용하였다.

대신 40번째, 60번째 백분위수를 이용할 때 형성되는 전망치의 범위이다.[12] 중앙값을 이용한 기준 결과에 의하면 국내 빅데이터 산업의 시장 규모는 2015년 2,623억원에서 2020년 9,395억원으로 증가할 것으로 전망된다. 2020년 전망치의 40번째～60번째 백분위 구간은 8,567억원～1조 837억원이다. 사물인터넷 시장 규모는 2015년 3조 5,379억원에서 2020년 18조 6,762억원으로 증가할 것으로 전망된다. 2020년 전망치의 40번째～60번째 백분위 구간은 15조 6,003억원～24조 8,406억원이다. 끝으로, 클라우드 시장 규모는 같은 기간 6,774억원에서 2조 4,864억원으로 증가할 것으로 전망되며 2020년 전망치의 40번째～60번째 백분위 구간은 2조 2,599억원～2조 8,241억원이다.

〈표 4－6〉 ICT 신산업 혁신계수와 모방계수: 유추법

	빅데이터	사물인터넷	클라우드
혁신계수(p)	0.006	0.005	0.006
모방계수(q)	0.458	0.415	0.466

주: 기존 산업들의 혁신계수와 모방계수를 이용하여 ICT 신산업의 혁신계수와 모방계수를 추정한 결과임

12) 사물인터넷 산업과 클라우드 산업의 시장 포화규모는 다음과 같이 계산했다.

시장 포화규모 = a×초기 매출액/혁신계수

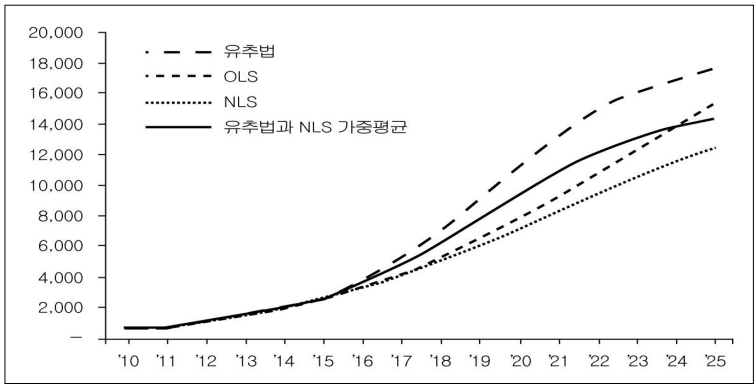
여기서, a는 유추법-NLS 가중 평균법에 의한 빅데이터 산업 시장 포화규모를 빅데이터 산업의(초기 매출액 / 혁신계수)로 나눈 값이다.

〈표 4－7〉 빅데이터 산업 혁신계수와 모방계수: 회귀분석 및 수정 결과

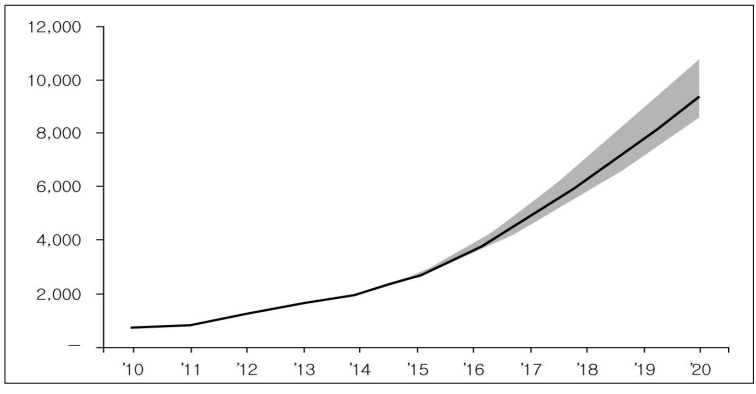
	OLS	NLS	유추법과 NLS 가중평균
혁신계수(p)	0.002	0.002	0.005
모방계수(q)	0.289	0.310	0.417
포화수준(m)	21,753	14,754	15,067

주: 마지막 열은 유추법의 추정값과 비선형최소제곱법(NLS)의 추정값을 식(8)～식(11)의 방법을 따라 가중 평균한 결과임. 유추법의 포화수준은 OLS와 NLS 포화수준의 평균을 이용.

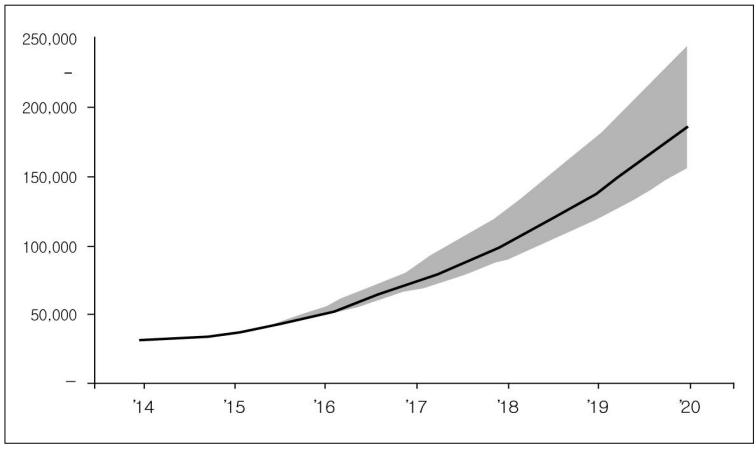
〔그림 4－2〕 유추법과 회귀분석법의 전망치 비교: 국내 빅데이터 산업



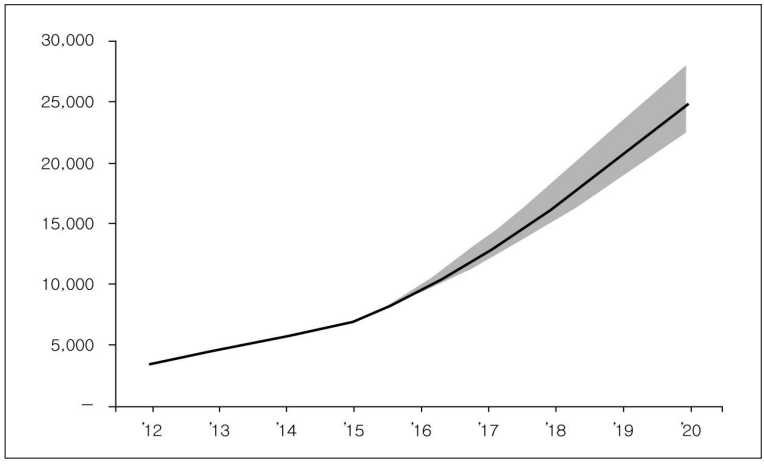
〔그림 4－3〕 국내 빅데이터 산업 시장 규모 전망: 2016～2020년



〔그림 4－4〕 국내 사물인터넷 산업 시장 규모 전망: 2016～2020년



〔그림 4－5〕 국내 클라우드 산업 시장 규모 전망: 2016～2020년



제 5 절 소 결

ICT 신산업들이 향후 어떻게 성장할 것인지에 대한 관심이 매우 높다. 하지만, 이들 ICT 신산업들은 시계열 자료가 부족하기 때문에 전통적인 계량분석 기법을 이용

해 시장 규모를 전망하기가 어렵다. 본 연구는 유추법 기반 Bass 확산모형을 이용하여 국내 빅데이터 산업, 사물인터넷 산업, 클라우드 산업의 2016～2020년 시장 규모를 전망하였다. 이를 위해 기존 산업들에 대한 국내외 22개 논문, 162개 혁신 및 모방계수 추정 결과를 수집하였고 특허 문서 검색을 통해 ICT 신산업과 기존 산업 간 유사성을 평가하였다. 한편, 과거 6개 년의 시계열 자료가 축적된 빅데이터 산업의 경우에는 유추법에 의한 전망치와 회귀분석법에 의한 전망치를 결합하여 종합적 결론을 도출하는 방법도 제안하였다.

본 연구의 기준 결과에 의하면 국내 빅데이터 산업의 시장 규모는 2015년 2,623억원에서 2020년 9,395억원으로 증가할 것으로 전망되었다. 사물인터넷 시장 규모는 같은 기간 3조 5,379억원에서 2020년 18조 6,762억원으로, 클라우드 시장 규모는 6,774억원에서 2조 4,864억원으로 증가할 것으로 전망되었다.

제 5 장 요약 및 결론

제 1 절 연구 요약

본 연구의 목적은 우리나라 ICT 신산업의 단기 전망을 추정하기 위한 방법론을 개발하고 이를 이용해 ICT 신산업으로 지목된 클라우드, 빅데이터, 사물인터넷 산업의 규모를 추정하는 것이다. 이를 위해 먼저 ICT 산업 및 ICT 신산업의 정의와 범위를 기존의 통계분류체계를 기반으로 살펴보고, 각종 문헌자료를 통해 ICT 신산업의 국내외 시장 현황을 살펴보며, 다음으로 기존의 산업 성장을 추정하기 위한 여러 가지 방법론을 소개하고, 마지막으로 앞 장에서 소개한 다양한 추정 방법들 중 ICT 신산업 추정에 적합하다고 판단되는 역사적 유추법에 의한 Bass 성장모형을 이용하여 우리나라 클라우드, 빅데이터, 사물인터넷 산업의 규모를 전망하였다. 본 연구는 데이터가 부족한 신산업의 경우에 기존의 다른 산업 또는 서비스의 성장 사례를 참고하여 확산경로를 규정하는 방식을 활용함으로써 향후 지속적으로 새로운 산업이 생겨나더라도 일관성 있는 기준에 따라 산업을 전망할 수 있는 방법을 제안했다는 데 의의가 있다.

먼저 ICT 산업의 범위를 살펴보면, 본 연구는 2008년부터 시행된 한국표준산업분류(KSIC) 9차 개정안을 기반으로 한 분류체계를 활용, C 제조업 내 26 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업 내 262 전자부품 제조업, 그리고 J 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업 내 58 출판업 내 582 소프트웨어 개발 및 공급업, 62 컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업 내 620 컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업, 63 정보서비스업 내 631 자료처리, 호스팅, 포털 및 기타 인터넷 정보매개서비스업, 632 기타 정보서비스업 이렇게 총 다섯 개의 세분류 산업 항목을 ICT 산업으로 정의하였다. 본 기준은 산업분류의 관점에서는 우리나라에서는 이견이 발

생할 수 없는 분류 정의이지만, 현재 우리나라의 정책연구 분야에서는 사안에 따라 표준산업분류와 ICT 특수분류를 혼용하기 때문에 때로 혼란이 발생하기도 한다. 주로 품목의 관점에서 사용되는 ICT 특수분류와는 다르게 ICT 신산업의 경우 산업적 성격이 강하기 때문에 보다 포괄적인 표준산업분류에 의존하였다.

빅데이터, 클라우드, 사물인터넷 등 ICT 신산업을 앞서 언급한 산업분류체계로 정의하면 빅데이터와 클라우드는 공히 소프트웨어 개발 및 공급업, 컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업, 정보 서비스업의 일부를 차지하고 있는 반면, 사물인터넷은 현재 적용되고 있는 분야는 적지만 앞으로 활용될 수 있는 타 산업 범위가 너무 포괄적이어서 기존의 산업 분류체계를 적용하는 것이 큰 의미를 가지지 않는다.

ICT 신산업의 현황을 살펴보면 글로벌 시장의 경우 주로 매출액보다는 연결 기기의 수를 기준으로 한 전망이 많았다. Market Research Media(2016)는 글로벌 클라우드 시장이 연평균 약 30%의 성장률을 가지며 2020년까지 2,700억 달러 규모에 이를 것이라고 전망했으며, Gartner(2016)는 2020년 3,671억 달러로 전망했다. 국내 클라우드 시장의 경우 정보통신산업진흥원(NIPA, 2016)은 2015년 7,664억원, 지난해 성장률은 약 46.3%로 추정했다. 사물인터넷 현황을 살표 보면 Gartner는 연결된 기기의 수가 2016년에는 64억 개, 2020년에는 208억 개일 것으로 추정했다. BI Intelligence는 연결된 기기의 수가 2015년에는 약 100억 개, 2020년에는 약 340억 개까지 늘어날 것으로 추정했으며, IDC(Steven Norton, 2015)의 경우 연결기기가 2020년 1,700억 개까지 늘어난다고 주장하기도 했다. 국내 사물인터넷 시장의 경우 2015년 기준 약 4조 8,125억 원으로 조사되었으며[13], 2016년에는 10.9% 늘어난 5조 3,372억원 규모로 성장할 것으로 전망했다(정보통신산업진흥원, 2015a). 해외 빅데이터 시장은 MarketsandMarkets가 2021년 668억 달러를 예상했고, Statista는 2021년 652억 달러로 전망했다. 국내 시장의 경우 한국정보화진흥원은 2015년 시장현황조사에서 2015년 2,623억 원이라고 발표했으며, 2020년 약 1조 1,730억 원을 전망했다. 이와 같이 해

13) 정보통신신산업진흥원(2015a)

외 시장의 경우 기관마다 서로 다른 결과들을 내놓고 있는데 이는 신산업에 대한 추정 방법뿐만 아니라 산업의 정의와 범위조차도 기관마다 서로 다르기 때문이다. 산업의 초기에는 다양한 기관에서 각자의 정보와 노하우를 바탕으로 다양한 접근방법을 제시하는 것이 꼭 바람직하지 않은 것은 아니나 그 과정에서 오는 어느 정도의 혼란은 피할 수 없는 문제점이 있다. 우리나라의 경우도, 신산업에 대해서 비교적 견고한 방법론을 사용해서 시장을 조사하고 전망하는 경우가 각각 한 기관 이외에는 거의 없었기 때문에 혼란은 피할 수 있으나, 업계와 연구기관의 다양한 관점들을 얼마나 폭넓게 수용하고 반영했는지에 대해서는 여전히 논란이 있을 수 있다.

역사적 유추법을 활용하여 국내 ICT 신산업에 대한 규모를 추정한 결과는 다음과 같다. 먼저 Bass 모형을 기본으로 하되, 기존 산업의 사례들로부터 Bass 모형의 혁신계수와 모방계수를 유추한 뒤 이를 ICT 신산업 분야에 적용하여 전망하였다. 빅데이터 산업의 경우 2010년～2012년의 자료는 과학기술정보원(2013), 2013년～2015년 자료는 한국정보화진흥원(2015)의 자료를 이용하였고, 사물인터넷 시장 규모는 미래창조과학부(2016)의 2014년부터 2015년까지 내수액 자료를, 클라우드 산업 자료는 정보통신산업진흥원(2016)의 자료를 이용하였다. 혁신계수와 모방계수를 도출하기 위해 사용된 기존 산업은 가정용 기기, 광학의료기기, 유선통신, 무선통신, 영상・음향기기, 자동차, 컴퓨터 산업이 있다. 그 결과, 클라우드는 2020년 2.4조 원, 사물인터넷은 2020년 24조원, 빅데이터는 1조 5천억 원 규모로 성장할 수 있을 것으로 예측되었다.

제 2 절 정책적 시사점

과학적인 산업 정책을 수립하기 위해서는 데이터를 기반으로 한 객관적 정보의 확보가 필수적이다. 하지만 변화 속도가 빠르고 끊임없이 새로운 기술과 서비스가 개발되고 있는 ICT 산업은 실증적 데이터 분석을 기반으로 한 정책수립이 매우 어렵다. ICT 산업은 특히 신산업을 중심으로 끊임없이 변화하기 때문에 실증분석에 필수적인 산업 정의, 분류체계의 확립, 데이터의 축적 등 일련의 과정을 정책에서

요구하는 시간, 즉 신산업의 의미가 유효한 시간 내에 완수하기가 어렵기 때문이다. 신산업의 정의는 끊임없이 변화하고 있으며, 초기 단계에서는 성장 경로의 파악도 매우 불확실할 수밖에 없다. 그렇다고 해서 열강들과의 기술 경쟁에서 뒤처지지 않기 위해서는 선제적 투자와 관련된 의사결정 또한 매우 중요하다. 예산이나 인력 등 국가 자원의 배분을 결정해야 하는 산업 정책에서 자원배분의 우선순위를 결정할 근거를 마련하기 위해서는 해당 산업과 관련된 핵심 기술에 대한 정확한 이해가 우선 필수적이지만, 정책연구자 입장에서는 중장기적인 시장전망을 통해 향후 이 분야가 국가 경제에 얼마나 크게 기여할 수 있는지에 대한 거시적 안목을 갖추는 것이 무엇보다 중요하다. 일반적으로, 성숙기에 접어든 기존 산업들에 대한 시장 전망은 잘 갖추어진 분류체계와 오랫동안 축적된 시계열 자료를 바탕으로 비교적 안정적인 성장전망을 할 수 있지만 분류체계도 미비하고 시계열 자료도 부족한 신산업의 시장을 전망하기 위해서는 여러 가지 다양한 대안의 방법에 의존할 수밖에 없다. 데이터의 한계를 극복하기 위한 다양한 방법론들이 연구되고 있지만 신산업의 경우 일반화된 방법론이 없이 기관마다 경우에 따라 서로 다른 방법을 개발해서 전망하고 있기 때문에 정책당국은 다양한 전망치를 접할 때마다 혼란스러울 수밖에 없다. 또한 기존에 소개되고 있는 신산업 전망 중에는 근거가 빈약하고 방법론이 명확하지 않아 그 결과의 신빙성에 의문이 제기되는 경우도 많아 신산업 전망 방법론에 대한 과학적 틀을 갖추는 것은 ICT 산업의 실증분석에서 매우 중요한 연구 주제로 연구자들의 많은 관심을 모으고 있었다.

본 연구는 시계열 데이터가 충분하지 않고 분류체계가 확립되어 있지 않으며, 시장의 초기단계에 있는 ICT 신산업의 중기 예측을 수행하기 위한 체계적인 방법론을 확립하는 것이 목적이다. 이러한 목적을 달성하기 위해 산업 규모를 추정하기 위한 기존의 다양한 연구 방법들을 고찰하였고, 방법의 장단점을 분석한 결과, “역사적 유추법에 의한 Bass 확산 모형”으로 신산업의 규모를 추정할 것을 제안하였다. 본 연구의 성과는 다음과 같은 가치와 시사점을 지닌다. 첫째, 데이터 부족의 한계를 이미 충분한 데이터를 확보한 기존의 산업 데이터를 활용함으로써 극복하였으며,

둘째, 기존 산업의 데이터를 신산업에 적용할 수 있는 객관적 기준을 마련함으로써 실증 분석 시 경계해야 하는 연구자의 작위적 분석의 위험을 최소화하였다. 본 연구에서는 신산업과 관련 있는 기존 산업의 확산모형으로부터 혁신계수와 모방계수를 가져오되, 신산업을 위한 혁신계수와 모방계수를 결정하기 위해 특허정보 데이터로부터 텍스트 마이닝을 통한 관련성을 계량화하여 가중평균하는 방법을 개발, 객관성을 확보하였다. 이러한 방법의 장점은 축적된 시계열 자료가 갖는 장점을 데이터가 부족한 신산업 추정에서도 흡수할 수 있다는 점이며, 향후 어떠한 새로운 산업이나 기술이 등장하더라도 객관적이고, 안정적인 시장 전망을 할 수 있다는 것이다.

본 연구에서 제안한 신산업 규모추정 방법론은 한계점도 있다. 첫째, 최소한의 시계열 자료는 확보되어 있어야 하며, 이를 위해서는 최소 1년에서 2년까지 별도의 조사 작업을 필요로 한다는 점이다. 다만 통계자료가 전혀 존재하지 않는 산업의 규모를 추정한다는 것은 근본적으로 불가능하기 때문에 이를 단점으로 지적할 수 있느냐의 논란은 있을 수 있다. 그럼에도 불구하고 시의성이 매우 중요한 신산업 추정에서 고전적인 조사방법에 대한 의존을 탈피할 수 없다는 것은 개선해야 될 사항으로 지적된다. 신산업 통계 조사 방법의 개선에 대한 연구는 본 연구의 범위를 벗어나는 주제이며 이 또한 매우 중요한 주제이기 때문에 향후 지속적인 관심이 요구된다. 둘째, 혁신성이 매우 뛰어난 신산업이 생겨났을 경우, 특허정보로부터 텍스트 마이닝을 수행하더라도 기존 산업과의 관련성이 제대로 측정되지 않을 가능성이 있으며 이러한 경우 전망의 안정성과 정확성은 떨어질 수밖에 없다. 이러한 문제에 대응하기 위해서는 기존산업과의 관련성이 적은 신산업의 경우에 대안의 다른 방법을 새로 모색해야 할 수도 있다. 이는 역사적 유추법이 갖는 근본적인 한계라 할 수 있으며, 본 연구에서 제시한 방법이 다룰 수 있는 범위의 한계를 보여주기도 한다. 다만 신산업의 혁신성과 모방성을 오로지 기존 산업의 자료만을 결합해서 설명한다는 발상이 한편으로는 신산업 고유의 혁신성을 반영하지 못할 수도 있다는 비판에 직면할 수도 있는 만큼 Bass 확산모형에서 사용되는 역사적 유추법에 대해서는 향후 더 진보된 방법의 개발이 필요하다. 셋째, 본 연구는 해당 산업 내 자료를 기반으로 한

bottom-up 방식을 취하고 있는데, ICT 신산업은 ICT 산업 전체와 더 나아가 거시경제 전반과 밀접한 관련이 있기 때문에 top-down 방식의 접근 또한 병행되어야 한다는 의견이 있다. 향후 더 넓은 범위의 산업 전망을 고려한 신산업의 추정 방법의 개선을 통해 추정의 정확성과 신뢰성을 제고할 수 있을 것이다.

본 연구에서 전망한 클라우드, 사물인터넷, 빅데이터 시장의 규모 추정치로부터 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있다. 4년 뒤 빅데이터 산업은 2015년에 비해 약 3.6배까지 규모가 성장하여 약 1조원 가까운 시장을 형성할 것으로 예상되지만 2015년 대비 약 3.5배 증가하여 약 2조 5천억원 규모를 형성하게 될 클라우드와, 2020년 약 18조원 규모까지 예상할 수 있는 사물인터넷과 비교하면 상대적으로 작다고 할 수 있다. 이는 하드웨어 제조업을 일정 부분 또는 상당 부분 포함하고 있는 클라우드, 사물인터넷과 달리 빅데이터 산업은 소프트웨어 산업에 집중되어 있기 때문이다. 향후 다른 산업과의 연관성과 파급력을 함께 생각할 때 전망에서 추정한 규모만으로 산업의 중요성을 판단하는 것은 위험하다. 이는 ICT 산업보다 시장규모가 훨씬 큰 건설업이 한국경제의 미래 핵심 성장동력으로서 ICT 산업보다 더 중요하다고 단언해서는 안 되는 것과 같은 이치이다. 따라서 신산업에 대한 시장 전망치를 정책수립에 반영할 때에는 전망치에 대한 과도한 의존성을 경계하고, 산업 고유의 특성과 기술적 특성 등 다양한 차원의 정보를 종합해서 판단해야 함을 시사한다.

본 연구에서 수행한 규모 추정은 기존의 실태조사와 시장동향조사를 기본으로 한 것이지만 본 연구에서 다루고 있는 클라우드, 빅데이터, 사물인터넷 산업은 어디까지나 주목받는 신산업의 주요 사례로 선택된 것일 뿐 본 수치가 상호 배타적인 것도 아니며, ICT 산업 전체를 포괄하고 있는 것도 아니다. 따라서 각 전망 수치의 산술합을 신산업 규모 추정으로 잘못 사용해서는 안 될 것이다. 드론이나 VR, 인공지능, 자율주행차와 같이 본 연구에서 다루지 못한 ICT 분야의 신산업은 얼마든지 존재할 수 있다. 본 연구의 모형은 각 신산업에 개별적으로 접근하여 규모를 추정할 수 있지만 상호 배타적인 규모추정을 위해서는 ICT 산업 전체의 분류체계 단계에서 접근해야 한다.

지금까지 ICT 신산업의 규모추정 방법론에 대해 연구한 내용과 실증분석의 결과를 소개하였다. ICT 신산업 규모 추정에 대한 실증연구는 연구개발 지원, 교육, 투자, 관련규제 개혁 등 선제적 투자가 필요하거나 시의성 있는 ICT 산업정책을 수립하고자 할 때 매우 유용하게 활용될 수 있는 주제로, ICT 산업, 그리고 한국 경제에서 갖는 위상을 고려할 때 정책연구자들이 지속적으로 관심을 가지고 논의할 가치가 있다. 향후 본 연구를 계기로 다양한 배경을 가진 연구자들이 폭넓은 교류를 통해 신산업 규모 추정에 관한 방법론 연구를 지속함으로써 연구결과를 다각적으로 활용한 ICT 정책 수립에 기여할 수 있기를 바란다.

참 고 문 헌

〔국내 문헌〕

김문수・김 호(2003),『기술 및 수요속성에 따른 정보통신서비스 확산 패턴』, 기술혁신연구, 11(2), 71-89.

_____(2006),『네트워크 진화에 따른 통신서비스 확산 패턴의 변화』, 한국인터넷 정보학회, 7(2), 93-102.

김선경(1995),『신규 통신서비스 수요예측방법론에 관한 연구』, 석사학위논문, KAIST.

김창훈(2016),『IT Spending Analysis』, KISDI 협동과제 전문가 세미나(2016. 6. 24).

김철완・김근배・오영석(2001),『확산모형을 이용한 정보통신시장의 수요예측방법』, 정보통신정책연구원.

박윤서(2005).『Hazard 함수를 이용한 종속적 신상품 수요확산모형 개발에 관한 연구』, 마케팅연구, 20(3), 119-136.

송영화・한현수(2005),『현신채택 및 확산이론의 통신방송융합(위성DMB) 서비스 수요추정 응용』, 경영과학, 22(1): 179-197.

안춘수・강신원(2007),『이동전화서비스에 대한 수요예측 및 서비스간 상호 영향관계 분석』, 한국경영학회 통합학술대회발표논문집, 1-17.

이군희(2006),『확산모형을 이용한 수요예측에 대한 연구』, 한국생산관리학회지, 17(2), 3-25.

이종수・조영상・이정동・이철용(2004),『선택기반 확산 모형을 이용한 차세대 대형 TV의 수요예측』, 정보통신정책연구, 11(4), 57-81.

이홍재・김용규・유제국(2000),『통신 서비스 수요예측 방법론』, 정보통신정책연구원.

전덕빈 외(2002),『국내 아날로그와 디지털 이동전화 서비스 가입자 수 예측을 위한

선택 관점의 대체 확산 모형』, 경영과학, 19(2), 125-137.

정보통신산업진흥원(2015a),『2015년 사물인터넷 산업 실태조사』.

_____(2015b),『2015년 클라우드 산업 실태조사』.

정우수・남승용・김형준(2006),『선택기반확산모형을 이용한 디지털 TV 수요예측』, 대한산업공학회 춘계공동학술대회 논문집, 803-810.

채아롬・김원규・김성현・김병종(2011),『선택기반 다세대 확산모형을 이용한 전기자동차 수요예측 방법론 개발』, 한국ITS학회논문지, 10(5), 113-123.

최재형・오지수・정봉주(2009),『국내 IPTV 서비스의 확산 예측 및 확산 전략에 관한 연구』, 대한산업공학회 추계학술대회 논문집, 475-482.

통계청(2007),『한국표준산업분류 9차 개정』, (통계청고시 제2007-53호)

_____(2014),『제9차 한국표준산업분류 연계표』.

한국과학기술정보연구원(2013),『빅데이터 산업의 현황과 전망』, KISTI Market Report.

한국정보화진흥원(2015),『2015년 빅데이터 시장현황 조사』.

한창희・한현배・이기광(2012),『다세대 확산모형을 활용한 국내 4세대 이동통신 서비스 가입자 수 예측』, 한국전자거래학회지, 17(2), 63-72.

홍정식・김태구・구훈영(2011),『NLS와 OLS의 하이브리드 방법에 의한 Bass 확산모형의 모수추정』, Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, 37(1), 74-82.

홍정식・김태구・임달오(2008),『확산 모형에 의한 고가 의료기기의 수요 확산의 특성분석 및 중장기 수요예측에 관한 연구』, 대한산업공학회/한국경영과학회 춘계공동학술대회 발표문.

황선웅(2016),『ICT 신산업 규모 추정 방법론 연구』, 정보통신정책연구원 보고서.

〔해외 문헌〕

Andreou, E., Ghysels, E., & Kourtellos, A.(2011). “Forecasting with mixed-frequency data.” *Oxford Handbook of Economic Forecasting*, 225-245.

Armstrong, J. Scott.(1985). *Long-Range Forecasting*. New York(etc.): Wiley.

Armstrong, J., ed.(2001). *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*. Vol. 30. Springer Science & Business Media.

Ashton, Alison H., Robert H. Ashton, and Mary N. Davis.(1994). “White-Collar Robotics: Levering Managerial Decision Making.” *California Management Review* 37(1), pp.83～109.

Bass, Frank M.(1969). “A New Product Growth for Model Consumer Durables.” *Management Science,* 15(5), pp.215～227.

Bass, Frank M., Kent Gordon, Teresa L. Ferguson, and Mary L. Githens.(2001). “DIRECTV: Forecasting Diffusion of a New Technology Prior to Product Launch.” *Interfaces* 31(3, supplement), pp.S82～S93.

Bass, Frank M., Trichy V. Krishnan, and Dipak C. Jain.(1994). “Why the Bass Model Fits Without Decision Variables.” *Marketing Science* 13(3), pp.203～223.

Batchelor, Roy, and Tai Yeong Kwan.(2007). “Judgemental Bootstrapping of Technical Traders in the Bond Market.” *International Journal of Forecasting* 23(3), pp.427～445.

Bayus, Barry L.(1987). “Forecasting Sales of New Contingent Products: An Application to the Compact Disc Market.” Journal of Product Innovation Management 4(4), pp.243～255.

Bayus, Barry L.(1993). “High-Definition Television: Assessing Demand Forecasts for a Next Generation Consumer Durable.” *Management Science* 39(11), pp.1319～1333.

Bayus, Barry L., Saman Hong, and Russell P. Labe.(1989). “Developing and Using Forecasting Models of Consumer Durables The Case of Color Television.”

Journal of Product Innovation Management 6(1), pp.5～19.

Bewley, Ronald, and Denzil G. Fiebig.(1988). "A Flexible Logistic Growth Model with Applications in Telecommunications." *International Journal of Forecasting* 4(2), pp.177～192.

BI Intelligence(2015. 11). 『The Internet of Things: Examining how the IoT will affect the world』.

Blattberg, R.C., Hoch, S.J.(1990) "Database Models and Managerial Intuition: 50% Model + 50% Manager." *Management Science* 36, 887-899.

Bollerslev, T.(1986). "Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity." *Journal of Econometrics*, 31(3), 307-327.

Bucklin, Louis P., and Sanjit Sengupta.(1993). "The Co-Diffusion of Complementary Innovations: Supermarket Scanners and UPC Symbols." *Journal of Product Innovation Management* 10(2), pp.148～160.

Chandrasekaran, Deepa, and Gerard J. Tellis.(2007). "A Critical Review of Marketing Research on Diffusion of New Products." *Review of Marketing Research*, 3(1), pp.39～80.

Chang, Pei-Chann, and Yen-Wen Wang.(2006). "Fuzzy Delphi and Back-Propagation Model for Sales Forecasting in PCB Industry." *Expert Systems with Applications* 30(4), pp.715～726.

Chow, Gregory C.(1967). "Technological Change and the Demand for Computers." *American Economic Review* 57(5), pp.1117～1130.

Dalkey, Norman, and Olaf Helmer, O.(1963). "An Experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts." *Management Science*, 9(3), pp.458～467.

Easingwood, C. J.(1989). "An analogical approach to the long term forecasting of major new product sales." *International Journal of Forecasting*, 5, 69-82.

Engle, R. F.(1982). "Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the

variance of United Kingdom inflation." *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 987-1007.

Engle, R. F., & Yoo, B. S.(1987). "Forecasting and testing in co-integrated systems." *Journal of Econometrics*, 35(1), 143-159.

Fisher, John C., and Robert H. Pry.(1971). "A Simple Substitution Model of Technological Change." *Technological Forecasting and Social Change* 3, pp.75～88.

Gardner Jr, E. S.(1985). "Exponential smoothing: The state of the art." *Journal of Forecasting* 4(1), 1－28.

_____(2006). "Exponential smoothing: The state of the art－Part II." *International Journal of Forecasting* 22(4), 637－666.

Gartner(February 2011). "Optimizing IT assets: Is cloud computing the answer?"

_____(December 15 2015). "Forecast analysis: Internet of Things－Endpoints, worldwide, 2015 update."

_____(April 2016). "Market insight: Cloud shift－The transition of IT spending from traditional systems to cloud."

_____(May 2016). "Forecast analysis: Public cloud services, worldwide, 1Q16 update."

Gartner Press Release(2015. 11. 10). "Gartner says 6.4 billion connected "things" will be in use in 2016, up 30 percent from 2015."

Gompertz, Benjamin(1825). "On the Nature of the Function Expressive of the Law of Human Mortality, and on a New Mode of Determining the Value of Life Contingencies." *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 115, pp.513～583.

Goodwin, P., Dyussekeneva, K., Meeran, S.(2013). "The use of analogies in forecasting the annula sales of new electronics products." *IMA Journal of Management Mathematics*, 24, 407-422.

Green, Kesten C., and J. Scott Armstrong.(2007). “Structured Analogies for Forecasting.” *International Journal of Forecasting* 23(3), pp.365～376.

Griliches, Zvi.(1957). “Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change.” *Econometrica* 25(4), pp.501～522.

Gupta, Sachin, Dipak C. Jain, and Mohanbir S. Sawhney.(1999). “Modeling the Evolution of Markets with Indirect Network Externalities: An Application to Digital Television.” *Marketing Science* 18(3), pp.396～416.

Horsky, Dan, and Leonard S. Simon.(1983). “Advertising and the Diffusion of New Products.” *Marketing Science* 2(1), pp.1～17.

Hyndman, R.J., A.B. Koehler, R.D. Snyder, S. Grose(2002). “A State Space Framework for Automatic Forecasting Using Exponential Smoothing Methods.” *International Journal of Forecasting* 18(3), 439–454.

Hyndman, R. J., A. B. Koehler, J. K. Ord and R. D. Snyder(2008). “Forecasting with exponential smoothing: the state space approach.” Berlin: Springer-Verlag.

IDC(2015a). “Worldwide Quarterly IT Infrastructure Tracker.”

IDC(2015b). “Big data: global overview.”

Johansen, Søren(1995). *Likelihood-based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models*. Clarendon Press, Oxford.

Jun, D. B., Kim, S. K., Park, M. H., Bae, M. S., Park, Y. S., and Joo, Y. J.(2000). “Forecasting demand for low earth orbit mobile satellite service in Korea.” *Telecommunication Systems* 14, 311-319.

Kalish, Shlomo.(1985). “A New Product Adoption Model with Price, Advertising, and Uncertainty.” *Management Science* 31(12), pp.1569～1585.

Kamakura, Wagner A., and Siva K. Ealasubramanian.(1987). “Long Term Forecasting with Innovation Diffusion Models: The Impact of Replacement Purchases.” *Journal of Forecasting* 6(1), pp.1～19.

Kaynak, E., Macaulay, J.(1984). “The Delphi technique in the measurement of tourism market potential: The case of Nova Scotia.” *Tourism Management* 5(2), 87-101.

Kim, H., Song, Y. K.(2002). “Short-term demand forecasting for the public WLAN Service using the analogy method.” *Electronic and Telecommunication Trends*, 17, 75 – 80.

Koop, G., & Potter, S. M.(2007). “Estimation and forecasting in models with multiple breaks.” *Review of Economic Studies*, 74(3), 763-789.

Lee, H., Kim, S., Park, H., & Kang, P.(2014). “Pre-launch new product demand forecasting using the Bass model: A statistical and machine learning-based approach.” *Technological Forecasting & Social Change*, 86, 49 – 64.

Lee, Jongsu, Youngsang Cho, Jeong-Dong Lee, and Chul-Yong Lee.(2006). “Forecasting Future Demand for Large-Screen Television Sets Using Conjoint Analysis with Diffusion Model.” *Technological Forecasting and Social Change* 73(4), pp.362 ～376.

Lee, S.-G., Yang, C.-G., Lee, E.-B.(2015). “ICT product diffusion in US and Korean markets” *Industrial Management & Data Systems*, 115(2), 270-283.

Mahajan, Vijay, Subhash Sharma, and Robert D. Buzzell.(1993). “Assessing the Impact of Competitive Entry on Market Expansion and Incumbent Sales.” *Journal of Marketing* 57(3), pp.39～52.

Makridakis, S., Chatfield, C., Hibon, M., Lawrence, M., Mills, T., Ord, K., & Simmons, L. F.(1993). “The M2-competition: A real-time judgmentally based forecasting study.” *International Journal of Forecasting*, 9(1), 5-22.

Makridakis, S., & Hibon, M.(2000). “The M3-Competition: results, conclusions and implications.” *International Journal of Forecasting* 16(4), 451-476.

Mansfield, Edwin.(1961). “Technical Change and the Rate of Imitation.” *Econometrica* 29(4), pp.741～766.

Marcellino, M., Stock, J. H., & Watson, M. W.(2006). “A comparison of direct and iterated multistep AR methods for forecasting macroeconomic time series.” *Journal of Econometrics*, 135(1), 499-526.

Market Research Media(January 2016). “Global Cloud Computing Market Forecast 2015-2020.”

MarketsandMarkets(April 2016). “Big data market by component, type, deployment model, vertical, and region – global forecast to 2012.”

McIntyre, Shelby H., Dale D. Achabal, and Christopher M. Miller.(1993). “Applying Case-Based Reasoning to Forecasting Retail Sales.” *Journal of Retailing* 69(4), pp.372～398.

Meade, Nigel, and Towhidul Islam.(1995). “Forecasting with Growth Curves: An Empirical Comparison.” *International Journal of Forecasting* 11(2), pp.199～215.

Meade, Nigel, and Towhidul Islam.(2006). “Modelling and Forecasting the Diffusion of Innovation – A 25-Year Review.” *International Journal of Forecasting* 22(3), pp. 519～545.

Nikolopoulos, K., P. Goodwin, A. Patelis, and V. Assimakopoulos(2007). “Forecasting with Cue Information: A Comparison of Multiple Regression with Alternative Forecasting Approaches.” *European Journal of Operational Research* 180(1), pp.354～368.

Norton, John A., and Frank M. Bass.(1987). “A Diffusion Theory Model of Adoption and Substitution for Successive Generations of High-Technology Products.” *Management Science* 33(9), pp.1069～1086.

_____(1992). “Evolution of Technological Generations: The Law of Capture.” *Sloan Management Review* 33(2), pp.66～77.

Norton, Steven(June 2 2015). “The Internet of Things marekt to reach 1.7 trillion by 2020” *The Wall Street Journal*.

Olson, Jerome, and Seungmook Choi.(1985). “A Product Diffusion Model Incorporating Repeat Purchases.” *Technological Forecasting and Social Change* 27(4), pp.385～397.

Orbach, Yair, and Gila E. Fruchter.(2011). “Forecasting Sales and Product Evolution: The Case of the Hybrid/Electric Car.” *Technological Forecasting and Social Change* 78(7), pp.1210～1226.

Pae, J. H., Lehmann, D. R.(2003). “Multigeneration innovation diffusion: The impact of intergeneration time.” *Journal of the Academy of Marketing Science*, 31(1), 36-45.

Pandey, P., Kumar, S., Shrivastava, S.(2014). “A unified strategy for forecasting of a new product.” *Decision*, 41(4), 411-424.

Pesaran, M. H., Pettenuzzo, D., & Timmermann, A.(2006). “Forecasting time series subject to multiple structural breaks.” *The Review of Economic Studies*, 73(4), 1057-1084.

Rao, Ambar G., and Masataka Yamada.(1988). “Forecasting with a Repeat Purchase Diffusion Model.” Management Science 34(6), pp.734～752.

Raymond James Research(January 12 2014). “The Internet of Things: A study in hype, reality, disruption, and growth.”

Robinson, Bruce, and Chet Lakhani.(1975). “Dynamic Price Models for New-Product Planning.” *Management Science* 21(10), pp.1113～1122.

Rogers, Everett M.(1962) *Diffusion of Innovations*. New York: Free Press.

Rowe, G., Wright, G.(1996). “The Impact of Task Characteristics on the Performance of Structured Group Forecasting Techniques.” *International Journal of Forecasting* 12(1), pp.73～89.

Rowe, Gene, and George Wright.(1999). “The Delphi Technique as a Forecasting Tool: Issues and Analysis.” *International Journal of Forecasting* 15(4), pp.353～375.

Rowe, G., Wright, G., McColl., A.(2005). “Judgemental Change During Delphi-like

Procedures: The Role of Majority Influence, Expertise, and Confidence." *Technological Forecasting and Social Change* 72(4), pp.377～399.

Ryu, Jiyeon, and Soon Cheon Byeon.(2011). "Technology Level Evaluation Methodology Based on the Technology Growth Curve." *Technological Forecasting and Social Change* 78(6), pp.1049～1059.

Schmittlein, David C., and Vijay Mahajan.(1982). "Maximum Likelihood Estimation for an Innovation Diffusion Model of New Product Acceptance." *Marketing Science* 1(1), pp.57～78.

Shepperd, Martin, and Chris Schofield.(1997). "Estimating Software Project Effort Using Analogies." *IEEE Transactions on Software Engineering* 23(11), pp.736～743.

Song, Y., Lee. S., Zo, H. Lee. H., 2015, "A hybrid Bass‐Markov model for the diffusion of a dual-type device-based telecommunication service: The case of WiBro service in Korea." *Computers & Industrial Engineering* 79, 85-94.

Srinivasan, V., and Charlotte H. Mason.(1986). "Technical Note-Nonlinear Least Squares Estimation of New Product Diffusion Models." *Marketing Science* 5(2), pp.169～178.

Steffens, Paul R.(2001). "An Aggregate Sales Model for Consumer Durables Incorporating a Time-Varying Mean Replacement Age." *Journal of Forecasting* 20(1), pp.63～77.

_____(2003). "A Model of Multiple-Unit Ownership as a Diffusion Process." *Technological Forecasting and Social Change* 70(9), pp.901～917.

Stock, J. H., & Watson, M. W.(2002). "Macroeconomic forecasting using diffusion indexes." *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(2), 147-162.

Sultan, Fareena, John U. Farley, and Donald R. Lehmann.(1990). "A Meta-Analysis of Applications of Diffusion Models." *Journal of Marketing Research* 27(1), pp.70

～77.

Taylor, J. W.(2003). Exponential smoothing with a damped multiplicative trend. *International Journal of Forecasting*, 19(4), 715-725.

Teräsvirta, T.(1994). "Specification, estimation, and evaluation of smooth transition autoregressive models." *Journal of the American Statistical Association*, 89(425), 208-218.

Thomas, R. J.(1985). "Estimating market growth for new products: An analogical diffusion model approach." *Journal of Product Innovation Management,* 2, 45-55.

Timmermann, A.(2006). "Forecast combinations." *Handbook of Economic Forecasting*, 1, 135-196.

Tong, H.(1978). *On a Threshold Model in Pattern Recognition and Signal Processing*, ed. C. H. Chen, Amsterdam: Sijhoff & Noordhoff.

Van den Bulte, Christophe, and Stefan Stremersch.(2004). "Social Contagion and Income Heterogeneity in New Product Diffusion: A Meta-Analytic Test." *Marketing Science* 23(4), pp.530～544.

Venkatesan, Rajkumar, Trichy V. Krishnan, and V. Kumar.(2004). "Evolutionary Estimation of Macro-Level Diffusion Models Using Genetic Algorithms: An Alternative to Nonlinear Least Squares." *Marketing Science* 23(3), pp.451～464.

Whitecotton, S.M.(1996). "The Effects of Experience and a Decision Aid on the Slope, Scatter, and Bias of Earnings Forecasts." *Organizational Behavior and Human Decision Process*. 66, 111-121.

Winkler, J., Moser, R.(2016). "Biases in Future-oriented Delphi Studies: A Cognitive Perspective." *Technological Forecasting and Social Change* 105(April), pp.63～76.

Xie, Jinhong, X. Michael Song, Marvin Sirbu, and Qiong Wang.(1997). "Kalman Filter Estimation of New Product Diffusion Models." *Journal of Marketing Research* 34(3), pp.378～393.

〔웹사이트〕

한국특허정보원 특허정보넷 KIPRIS: www.kipris.or.kr

Statista(2016), http://www.statista.com/statistics/254266/global-bi

University of Houston, www.bauer.uh.edu/gardner/docs/ppt/sota.ppt.

Wikipedia(2016년 11월), “사물인터넷”.

● 저 자 소 개 ●

주 재 욱

- 연세대학교 도시공학과 졸업
- 연세대학교 도시공학과 석사
- Cornell University 경제학 박사
- 현 정보통신정책연구원 연구위원

황 선 웅

- 연세대학교 영어영문학과 졸업
- 연세대학교 경제학과 석사
- 연세대학교 경제학과 박사
- 현 부경대학교 경제학부 교수

김 욱 준

- 한국외국어대 독일어학과 졸업
- Syracuse University 국제관계학 석사
- Syracuse University 정보통신정책 박사수료
- 현 정보통신정책연구원 전문연구원

경제·인문사회연구회 협동연구총서 16-34-03

정보통신정책연구원 기본연구 16-16-03

ICT 신산업 규모 추정 연구

2016년 12월 일 인쇄

2016년 12월 일 발행

발행인 김 도 환

발행처 정 보 통 신 정 책 연 구 원

충청북도 진천군 덕산면 정통로 18

TEL: 043-531-4114 FAX: 043-535-4695～6

인 쇄 인 성 문 화

ISBN 979-11-7000-153-9 94320

보급가 10,000원